COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-SEIZIÈME.

JANVIER — JUIN 1883.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1883

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1883.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (O. ❁).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ❁).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ❁).
PUISEUX (Victor-Alexandre) (O. ❁).
BOUQUET (Jean-Claude) ❁.
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ❁.

SECTION II. — *Mécanique.*

SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ❁).
PHILLIPS (Édouard) (O. ❁).
ROLLAND (Eugène) (G. O. ❁).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ❁).
RESAL (Henry-Amé) ❁.
BRESSE (Jacques-Antoine-Charles) (O. ❁).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ❁).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ❁).
LOEWY (Maurice) (O. ❁).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ❁).
TISSERAND (François-Félix) ❁.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ❁).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ❁).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ❁).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ❁.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) O. ❁.
PERRIER (Colonel François) (O ❁).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✵).
Becquerel (Alexandre-Edmond) (C. ✵).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✵).
Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✵).
Desains (Quentin-Paul) (O. ✵).
Cornu (Marie-Alfred) ✵.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. C. ✵).
Fremy (Edmond) (C. ✵).
Wurtz (Charles-Adolphe) (G. O. ✵).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (C. ✵).
Debray (Jules-Henri) ✵.
Friedel (Charles) ✵.

Section VII. — *Minéralogie.*

Daubrée (Gabriel-Auguste) (G. O. ✵).
Pasteur (Louis) (G. C. ✵).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✵.
Hébert (Edmond) (O. ✵).
Fouqué (Ferdinand-André) ✵.
Gaudry (Jean-Albert) ✵.

Section VIII. — *Botanique.*

Tulasne (Louis-René) ✵.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✵).
Naudin (Charles-Victor) ✵.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
Chatin (Gaspard-Adolphe) (O. ✵).
Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) ✵.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (C. ✻).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (C. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✻).
SCHLOESING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✻).
EDWARDS (Alphonse-Milne) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) O. ✻.
MAREY (Étienne-Jules) ✻.
BERT (Paul).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✻.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✻).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) (O. ✻).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
DU MONCEL (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✻).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
LALANNE (Léon-Louis-Chrétien) (G. O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✻), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ✻), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻).

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ✻, à Berlin.
SPOTTISWOODE (William) (O. ✻), à Londres.
BRIOSCHI (François), à Milan.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolph) (O. ✻), à Bonn.
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de) ✻, à Versailles.
Broch (Ole-Jacob) (O. ✻), à Christiania.
Boileau (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
Colladon (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
Dausse (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.

Section III. — *Astronomie* (16).

Hind (John-Russell), à Londres.
Adams (J.-C.), à Cambridge.
Cayley (Arthur), à Londres.
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres.
Roche (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier.
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington.
Stephan (Jean-Marie-Édouard) ✻, à Marseille.
Oppolzer (Théodore d') (O. ✻), à Vienne.
Hall (Asaph), à Washington.
Gyldén (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
Schiaparelli (Jean-Virginius), à Milan.
De la Rue (Warren) (C. ✻), à Londres.
Gould (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
Richards (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
David (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
Sabine (Général Edward), à Londres.
Nordenskiold (Nils-Adolf-Erik Baron), à Stockholm.
Cialdi (Alexandre), à Rome.
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
Weber (Wilhelm), à Göttingue.
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ☼), à Berlin.
Kirchhoff (Gustave-Robert) (C. ☼), à Heidelberg.
Joule (James-Prescott), à Manchester.
Stokes (George-Gabriel), à Cambridge.
Abria (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ☼), à Bordeaux.
Lallemand (Étienne-Alexandre) ☼, à Poitiers.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève.
Frankland (Edward), à Londres.
Dessaignes (Victor), à Vendôme.
Williamson (Alexander-William), à Londres.
Lecoq de Boisbaudran (Paul-Émile dit François) ☼, à Cognac.
Chancel (Gustave-Charles-Bonaventure) ☼, à Montpellier.
Stas (Jean-Servais) ☼, à Bruxelles.
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Kokscharow (Général Nicolas de), à Saint-Pétersbourg.
Studer (Bernard) ☼, à Berne.
Lory (Charles) ☼, à Grenoble.
Cailletet (Louis-Paul) ☼, à Châtillon-sur-Seine.
Smith (J. Lawrence) ☼, à Louisville (Kentucky).
Abich (Guillaume-Germain), à Vienne.
Favre (Jean-Alphonse), à Genève.
Sella (Quintino), à Rome.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile) ✻, à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
DUVAL-JOUVE (Joseph) ✻, à Montpellier.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
HEER (Oswald), à Zurich.
CLOS (Dominique), à Toulouse.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE) ✻, à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertforshire).
MAC CORMIK, à Chicago (Illinois).
GASPAIRN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) ✻, à Aix.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) (O. ✵), à Montpellier.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✵), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✵), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) ✵, à Lyon.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

BECQUEREL (Edm).
H.-MILNE EDWARDS.
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1882.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1883, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Rolland	obtient	35	suffrages,
M. Dupuy de Lôme	»	7	»
M. Phillips	»	6	»
M. Jurien de la Gravière	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Rolland**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1883.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1883, et qui doivent être choisis, l'un dans les

Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **H.-Milne Edwards** et **Edm. Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de cette Commission.

Conformément au règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Jamin** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1883.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le tome XCII (1er semestre 1881) et le tome XCIII (2e semestre 1881) ont paru avec leur table.

Les numéros de l'année 1882 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XLII est complètement achevé et livré au brocheur; il pourra être mis en distribution dans quelques jours. Ce volume contient trois Mémoires de MM. Becquerel sur la température à la surface du sol et de la terre à 36^m de profondeur; l'histoire de la *Laura Gerardiæ* de M. de Lacaze-Duthiers et le Mémoire de M. Chevreul sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation.

Documents relatifs au passage de Vénus. — Le tome III de cette collection a été divisé en trois Parties, afin de n'en pas retarder l'achèvement.

La première Partie a paru au mois d'août; elle renferme les Mémoires de MM. Bouquet de la Grye et Hatt sur les travaux effectués à l'île Campbell.

La deuxième Partie est en cours d'impression.

La troisième Partie a été mise en distribution ces jours derniers. Publiée sous la direction de MM. Fizeau et A. Cornu, elle contient les mesures micrométriques des épreuves photographiques.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIII, réservé au Mémoire de M. Yvon Villarceau, sur l'établissement des arches de pont, a actuellement vingt-sept feuilles tirées; la composition continue.

Le Tome XLIV ne renferme jusqu'ici qu'un seul Mémoire, formant sept feuilles, qui sont tirées. Ce Mémoire fait suite aux recherches de MM. Becquerel sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36^m de profondeur.

Documents relatifs au passage de Vénus. — La deuxième Partie du Tome III, celle qui doit clore la série des résultats obtenus en 1874, est actuellement sous presse. Elle contient les travaux de Botanique, d'Anatomie et de Géologie de M. H. Filhol, attaché à la mission de l'île Campbell. Les Planches de ce Mémoire sont presque terminées.

Mémoires présentés par divers savants. — Le Tome XXVII a soixante et onze feuilles tirées. Le Mémoire n° 1, sur le rabotage des métaux, par M. Tresca, forme vingt-quatre feuilles; le Mémoire n° 2, sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre, par M. G. Darboux, forme trente et une feuilles; le Mémoire n° 3, sur les vibrations calorifiques des solides homogènes, par M. Lucas, forme deux feuilles; le Mémoire n° 4, intitulé : « Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant, eu égard aux résistances passives », par M. Haton de la Goupillière, forme quatre feuilles; le Mémoire n° 5, sur le mode de formation de divers minéraux météoritiques, par M. S. Meunier, forme quatre feuilles; le Mémoire n° 6, sur l'application des surfaces les unes sur les autres, par M. Codazzi, forme six feuilles. Le Volume sera terminé par le Mémoire de M. Stephanos, sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne. Ce travail formera environ quinze feuilles, dont les quatre premières sont tirées. La fin du Mémoire est en placards.

Le Tome XXVIII a cinquante-cinq feuilles tirées. Le Mémoire n° 1, sur la réduction des équations différentielles linéaires aux formes intégrables, par M. Halphen, forme trente-huit feuilles; le Mémoire n° 2, intitulé : « Expériences sur le réservoir du Furens », par M. Graeff, forme douze feuilles; il est accompagné de dix Planches; le Mémoire n° 3, sur les matières albuminoïdes, par M. Béchamp, formera environ vingt-cinq feuilles. Les dix premières sont tirées, l'impression se continue jusqu'au 56e pla-

card; le Mémoire n° 4, sur la trière athénienne, par M. le contre-amiral Serre, forme cinq feuilles, qui sont tirées, avec les deux Planches qui l'accompagnent.

Ce volume sera terminé par l'adjonction du Mémoire de M. Haton de la Goupillière, intitulé : « Problème inverse des brachistochrones »; il formera environ six feuilles.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1882.

Membres décédés.

Section d'Astronomie : M. **Liouville**, le 8 septembre.
Section d'Economie rurale : M. **Decaisne**, le 8 février.
Académicien libre : M. **Bussy**, le 1er février.
Associé étranger : M. **Wöhler**, à Göttingue, le 23 septembre.

Membres élus.

Section de Minéralogie : M. **Gaudry**, le 16 janvier, en remplacement de M. Henri Sainte-Claire Deville.

Section d'Economie rurale : M. **Schlœsing**, le 12 juin, en remplacement de M. Decaisne.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Paul Bert**, le 3 avril, en remplacement de M. Bouillaud.

Académicien libre : M. **de Freycinet**, le 8 mai, en remplacement de M. Bussy.

Associé étranger : M. **Bunsen**, à Heidelberg, le 26 décembre, en remplacement de M. Wöhler.

Membre à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Liouville**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1882.

Correspondants décédés.

Section d'Astronomie : M. **Plantamour**, à Genève, le 7 septembre 1882.

Section de Géographie et Navigation : M. l'Amiral **Lutke**, à Saint-Pétersbourg, le août 1882.

Section de Physique : M. **Billet**, à Dijon, le 27 janvier 1882.
Section de Botanique : M. **Darwin**, à Down, Bekenham, le 19 avril 1882.
Section d'Economie rurale : M. **Cornalia**, à Milan, le 7 juin 1882.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Schwann**, à Liège, le 21 janvier 1882.

Correspondant élu Associé étranger.

Section de Chimie : M. **Bunsen**, à Heidelberg, le 26 décembre 1882.

Correspondants élus.

Section de Physique : M. **Lallemand**, à Poitiers, le 26 juin, en remplacement de M. Billet, décédé.
Section d'Economie rurale : M. **Demontzey**, à Aix, en remplacement de M. Is. Pierre, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Plantamour**, à Genève, décédé le 7 septembre 1882.
Section de Géographie et Navigation : M. l'Amiral **Lutke**, à Saint-Pétersbourg, décédé le août 1882.
Section de Chimie : M. **Bunsen**, à Heidelberg, élu Associé étranger, le 26 décembre 1882.
Section de Botanique : M. **Darwin**, à Down, Bekenham, décédé le 19 avril 1882.
Section d'Economie rurale : M. **Cornalia**, à Milan, décédé le 7 juin 1882.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 15 juillet 1879.
M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre 1880.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Schwann**, à Liège, décédé le 21 janvier 1882.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant « l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1883 », s'exprime ainsi :

« Ce Volume contient, comme à l'ordinaire, les documents les plus nou-

veaux et les plus exacts pour la Statistique, la Géographie, la Minéralogie, la Physique et la Chimie. Je dois ici adresser nos remerciements à nos éminents collaborateurs, MM. Berthelot, Des Cloizeaux, Damour, Fizeau, Levasseur, Marié-Davy, à qui nous devons tant d'utiles Tableaux où l'état actuel de la Science est si bien et si complètement résumé.

» La partie astronomique contient une histoire complète, rédigée par M. Lœwy, des comètes qui ont paru depuis vingt ans. C'est là la période la plus intéressante pour ces astres, parce qu'elle embrasse tous ceux qui ont été observés depuis que les travaux de M. Schiaparelli en ont fait mieux connaître l'importance.

» Les additions contiennent les paroles prononcées sur la tombe de notre illustre et regretté collègue, M. Liouville, le discours du Président à l'inauguration de la statue de Lakanal, à Foix, le Rapport de M. Janssen sur l'observation projetée de l'éclipse totale de mai de cette année, le discours qu'il a prononcé à l'ouverture de la dernière session de l'Association française pour l'avancement des Sciences à la Rochelle, enfin une Notice sur la figure des comètes, par M. Faye.

» L'honorable éditeur, M. Gauthier-Villars, a donné à cette publication des soins particuliers qui, tout en respectant le format original, assurent aux Volumes actuels une supériorité marquée sur les anciens. »

OPTIQUE. — *Mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation, et sur les vitesses respectives, évaluées en chiffres, de cercles dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre moitié est blanche; vitesses correspondant à trois périodes de leur mouvement à partir de l'extrême vitesse jusqu'au repos* (¹); par M. **E. Chevreul.** (Extrait.)

CHAPITRE XI. — Dernière manière dont M. Chevreul envisage le contraste simultané des couleurs, conformément au jour répandu par le « contraste rotatif » sur ce phénomène de la vision.

« C'est après des réflexions aussi longues que variées et approfondies que, ayant acquis une conviction parfaite au double point de vue de la clarté et de la précision des idées, je suis arrivé à modifier l'expression du *contraste simultané des couleurs*, telle que je l'ai exprimée dans les vingt-quatre pages qui ont été déjà imprimées pour les *Comptes rendus*, mais qui n'ont point encore été publiées d'après la convention faite avec le Bureau

(¹) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1086.

de l'Académie, qu'elles ne le seraient qu'après leur achèvement. Or, c'est depuis ma dernière Communication, la sixième, à la date du 24 de janvier 1881, faite à l'Académie, que j'ai imaginé une figure conforme au *contraste rotatif*, expliquant le contraste simultané de deux zones juxtaposées de couleur A et de couleur B, dont chacune, réfléchissant deux fractions de lumière blanche, comprenant la couleur complémentaire de chaque fraction, est indiquée, et dont ces couleurs complémentaires, suivant qu'elles agissent, sont indiquées par des flèches dirigées vers les zones A et B, tandis que celles qui n'agissent pas le sont par des flèches dont la direction les éloigne de ces mêmes zones.

» Enfin je rappelle la remarque du résultat définitif, conformément à la formule de 1828 : 1° la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir matériel* prouve que le contraste est dû à la lumière blanche, distinction d'après laquelle on démontre que le contraste des couleurs a lieu avec le noir matériel, à cause de la lumière blanche qu'il réfléchit, tandis qu'il n'existe pas avec le noir absolu, qui n'en réfléchit pas; 2° que le contraste s'explique bien en disant que les couleurs juxtaposées semblent perdre de ce qu'elles ont d'identique, ou que la modification a lieu comme si la complémentaire de A s'ajoutait à B, et celle de B à A.

» Conformément à mes nouvelles recherches, j'ai l'intention de donner au public des idées aussi précises qu'il m'est possible; dès lors il me tarde de faire connaître comment on doit envisager le *contraste* simultané des couleurs, dont la loi fut découverte en 1827 et présentée à l'Académie le 7 d'avril 1828, loi à laquelle il n'y a rien à changer, les expériences nouvelles expliquant la raison pour laquelle il arrive que les deux couleurs juxtaposées perdent de ce qu'elles peuvent avoir d'identique ou, en d'autres termes, la différence équivaut à l'addition de la complémentaire c de A à B, et de la complémentaire c' de B à A.

» Mais le *contraste rotatif* donne la certitude :

» 1° Que le ton des deux couleurs juxtaposées s'accroît;

» 2° Que les deux parties de la rétine cessant de percevoir la première, la couleur A, et la seconde, la couleur B, sont prédisposées, la première, à percevoir la complémentaire c' de B, et la seconde B la couleur c, complémentaire de A, aussitôt que les parties de rétine seront frappées par la lumière blanche.

» Je ne m'étais pas trompé en pensant au jour que la découverte du contraste rotatif devait répandre sur mes travaux antérieurs concernant

la vision et particulièrement sur le contraste simultané des couleurs juxtaposées et en repos.

» Certes! il fallait le connaître, pour l'expliquer clairement et d'une manière précise, ce phénomène, inconnu jusqu'en 1827, du contraste simultané de deux zones juxtaposées de couleurs différentes A et B d'un même ton.

» La formule, publiée en 1828, attribuait le contraste :

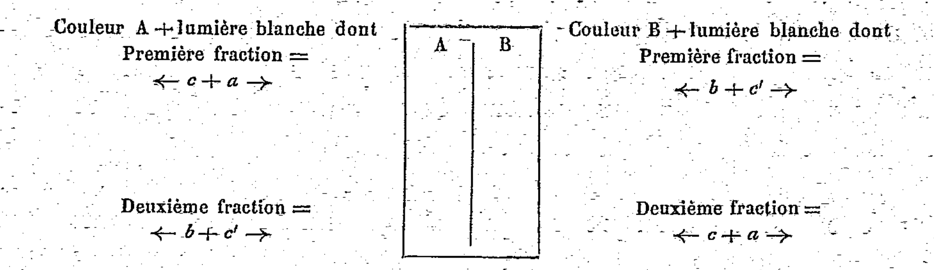
» 1° A la lumière blanche que réfléchit toute surface matérielle incolore ou colorée, conformément à la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir matériel*, faite dès 1801, à l'École centrale d'Angers;

» Et 2° expliquait la modification des deux couleurs en disant :

» *a*. Qu'elles semblaient perdre de ce qu'elles ont d'identique;

» *b*. Ou bien qu'il semblait que la complémentaire de B s'ajoutât à A, et la complémentaire de A à B.

» Cela posé, représentons-nous les deux zones de couleur A et B, ainsi :



» En prenant les deux premières fractions de lumière blanche réfléchie par la zone A et par la zone B, la fraction réfléchie par A agit par *a* à l'exclusion de sa complémentaire *c*; la fraction réfléchie par B, de même que pour la zone A, agit par *b* à l'exclusion de sa complémentaire *c'*: d'où la conséquence que la couleur A est renforcée par *a*, comme la couleur B l'est par *b*.

» Passons à la deuxième fraction de la lumière blanche réfléchie par les deux zones, pour nous rendre compte du *contraste des couleurs*.

» Le *contraste existant*, la deuxième fraction de lumière blanche de A ne peut agir par *b*, mais par sa complémentaire *c'*; de même que la deuxième fraction de la lumière blanche de B ne peut agir par *a*, mais par sa complémentaire *c*.

» La direction des flèches vers les zones A et B indique l'activité des couleurs, tandis que la direction inverse indique les couleurs qui n'interviennent pas dans le phénomène.

CHAPITRE XII. — DES OMBRES COLORÉES.

» S'il existe dans l'histoire de la science de la vision un fait remarquable, eu égard à la *Philosophie naturelle,* c'est l'explication dont les *ombres colorées* ont été l'objet depuis la seconde moitié du XVIe siècle, où elle donna lieu à la première observation de la part d'un homme du nom de Léonard de Vinci, aussi remarquable comme peintre que comme ingénieur. Au génie de l'artiste il joignait le savoir mathématique propre à l'architecture et surtout à la science de l'Hydraulique. Léonard de Vinci avait observé qu'au Soleil levant les corps opaques projetaient des ombres dont, selon lui, la cause était le *bleu du ciel.*

» Personne ne parla de ce phénomène jusqu'en 1743, année où Buffon, dans un Mémoire sur les *couleurs* qu'il qualifiait d'*accidentelles,* ignorant l'observation de Léonard de Vinci, l'observa et remarqua en outre, sans en tirer de conséquences, que, si l'atmosphère restait peu sereine, que des vapeurs rouges altérassent le bleu du ciel, les ombres étaient de *couleur verte.*

» En 1760, l'abbé de La Caille publia le *Traité d'Astronomie* de Bouguer, son ami, mort en 1758, où se trouve l'explication des *ombres colorées en bleu,* attribuées par Bouguer à l'azur du ciel.

» De 1760 à 1782, plusieurs savants parlèrent des ombres colorées, parmi lesquels je citerai l'abbé Millot, Œpinus, Darwin, Beguelin, et un anonyme qui se désigna par les initiales H. F. T., dans un livre in-12 intitulé : *Observations sur les ombres colorées, contenant une suite d'expériences sur les différentes couleurs des ombres, sur les moyens de rendre les ombres colorées, et sur les causes des différences de leurs couleurs,* par H. F. T.; Paris, chez la Ve Duchesne, etc., M.DCCLXXXII.

» Je dois la connaissance de ce Traité à M. le savant géologue Stanislas Meunier, et je l'en remercie; non que l'auteur donne la cause des phénomènes : loin de là, il dit qu'elle n'a point été donnée encore et que sa qualité de simple amateur l'oblige à s'en tenir à ce qu'il a écrit. Si sa modestie est grande, son bon sens est parfait en ce qu'il a jugé qu'aucun de ses prédécesseurs n'avait découvert ce qu'il avait cherché en vain.

» Le contraste rotatif démontre expérimentalement *deux choses* qui pouvaient être présumées, mais comme simples probabilités :

» 1° Que l'œil ne peut voir sur une même partie de la rétine à la fois une couleur A et sa complémentaire C;

» 2° Qu'une fraction de la lumière blanche réfléchie par une surface matérielle colorée, ne pouvant l'affecter de sa complémentaire C dans un premier temps, une fraction petit *a* renforce en ce même temps la couleur A, et ajoutons qu'alors la rétine qui voit A ne peut être affectée de la couleur B qui lui est juxtaposée ;

» Et ensuite que tout ce qui est vrai pour A l'est pareillement pour B.

» Voilà ce que le contraste rotatif *démontre expérimentalement*, ainsi que la prédisposition de la partie de la rétine, qui a vu dans un premier temps A + petit *a* et B + petit *b*, à voir durant quelques instants dans la lumière blanche la complémentaire de la couleur qui vient de l'affecter.

» Rien de plus convenable à démontrer clairement que l'explication des *ombres colorées* par le principe du *contraste rotatif*, en observant le phénomène dans les circonstances suivantes :

» Trois montants verticaux sont fixés à un plateau blanc horizontal. Le montant vertical du centre a deux rainures correspondant à chacune des rainures que porte la face intérieure des deux montants verticaux extrêmes. C'est dans les deux rainures qui se regardent que s'engagent les côtés d'une feuille de gélatine d'une couleur A et dans les deux autres rainures les deux côtés d'une feuille de gélatine d'une couleur C complémentaire de A, et présentant une surface carrée de $0^m,20$ de côté.

» On placera sur la surface blanche du plateau, à $0^m,03$ de chaque feuille de gélatine, un prisme de plâtre blanc à base carrée de $0^m,02$ de côté ; la hauteur du prisme sera de $0^m,05$.

» Supposons que les deux feuilles de gélatine reçoivent la lumière du dehors par une fenêtre s'ouvrant à l'est, tandis que l'ombre projetée par chacun des prismes de plâtre est éclairée par la lumière du dehors, transmise par une fenêtre s'ouvrant au midi, et arrive parfaitement incolore éclairer les deux ombres, l'une paraîtra de la couleur complémentaire de A, et l'autre de la couleur complémentaire de C, conformément à l'expérience du *contraste rotatif*.

» On pourra observer souvent deux autres ombres projetées par cette lumière incolore du midi qui frappe les prismes, mais ces deux ombres seront de la couleur des lumières transmises par les feuilles de gélatine dont l'une de la couleur A et l'autre de la couleur C, ombres qui seront de la couleur de la lumière colorée, transmise par les gélatines colorées, et le ton de la couleur des ombres sera plus élevé que la couleur transmise par la gélatine qui reçoit la lumière de l'est.

» En définitive, toute surface étendue d'une couleur A, même très

faible, dans le centre de laquelle ou au bord de laquelle est juxtaposée une surface blanche, grise ou même noire, qu'éclaire une lumière incolore, apparaît être la complémentaire C de A.

» Un des exemples les plus fréquents de ce cas est la vision de lettres noires imprimées sur un fond blanc, qui paraissent rouges lorsque le soleil donne sur les yeux. La cause du phénomène n'est pas que les yeux insolés voient *rouge,* comme l'a avancé Beguelin : loin de là, c'est parce qu'ils voient *vert,* et c'est la faible lumière blanche qu'ils réfléchissent qui n'agit sur la rétine que par le rouge. (Voir l'alinéa 35 du *Complément d'études sur la vision des couleurs;* les alinéas 109, 110, 111 du *Mémoire sur la vision des couleurs naturelles,* dans les *Mémoires de l'Académie.*)

» Je ne puis me dispenser de rappeler dans ce résumé que le P. Charles Scherffer a fait le premier une observation vraie sur le contraste des *couleurs,* que je qualifie de *successif,* parce qu'il se compose de deux temps. Jurin avait observé le premier que, après avoir vu une couleur a dans un temps, en portant les yeux dans un second temps sur une surface blanche convenablement éclairée, on voyait une couleur b différente de la première a; mais il ne donna aucune raison du phénomène. Buffon, en renouvelant l'observation de Jurin, qualifia la couleur b d'*accidentelle;* il n'en fut pas de même de Charles Scherffer : il fit l'importante remarque que la couleur b vue en second lieu était constamment de couleur c complémentaire de a; à la vérité, le mot *complémentaire* n'existait point alors, mais l'expérience suivante prouve le *génie* du P. Scherffer. Il peignit une tête de Vierge de *couleurs renversées,* c'est-à-dire que les carnations étaient *vertes* au lieu d'être *roses,* et cette tête regardée dans un second temps lui parut *rose* lorsqu'il porta les yeux sur une surface blanche.

» Je ne crois pas mieux terminer ce Chapitre qu'en insérant textuellement deux Notes relatives au *principe du contraste des couleurs;* elles concernent l'observation de deux phénomènes, rentrant dans ce principe; elles sont de M. de Lavenay, qui a été l'un des présidents du Conseil d'État, et dont j'ai eu l'avantage d'être le confrère, au Comité consultatif des Arts et Manufactures, pendant près de vingt ans.

Première Note.

« Une société assez nombreuse se promenait aux environs de Rennes. Arrivé à un certain endroit, quelqu'un s'écrie : « Nous voilà sur la lande de Laillé ; on voit tout vert. »

» En effet, les robes blanches des dames paraissaient vertes jusqu'aux genoux, les bottes

vernies des hommes avaient des lumières vertes; tous les visages présentaient un aspect cadavéreux verdâtre.

» Les gens du pays connaissent ce phénomène, et quelques-uns croient l'expliquer par une cause atmosphérique inconnue.

» Quelqu'un fit remarquer que la véritable explication était facile à trouver; qu'il suffisait de se reporter aux observations et à la théorie de M. Chevreul.

» En effet, le terrain sur lequel on se trouvait était formé d'une sorte de schiste *rose;* la végétation qui le recouvrait çà et là était composée de bruyères *roses;* le tout formait un tapis d'un aspect presque uniformément rose.

» Il était clair que la couleur *verte* qui se répandait sur les corps et les objets superposés était la *complémentaire* du *rose* dont nous venons de parler. »

Seconde Note.

« Le petit roman de M. Jules Verne m'avait inspiré le désir de voir le rayon vert... s'il existait.

» Je l'ai guetté plusieurs soirs, avec mon frère, sur la plage de Paramé.

» Un soir d'août, le ciel était très pur à l'horizon; au-dessus couraient quelques nuages d'un bleu violacé; la mer était d'un ton ardoisé très intense; le soleil était couleur de feu en approchant de la mer, il devint de plus en plus rouge à mesure qu'il paraissait s'y plonger. Enfin, au moment précis où la dernière partie du disque disparut, nous vîmes distinctement s'en échapper une flamme verte pareille à celle d'un feu de Bengale. Le phénomène ne dura qu'un instant; il ne présenta pas tout à fait l'aspect féerique et surnaturel décrit par M. Jules Verne, mais il était fort sensible; mon frère et moi le vîmes simultanément et très distinctement. »

CHAPITRE XIII. — Application du principe des contrastes a l'enseignement.

» On sait assez généralement aujourd'hui que depuis plusieurs années il existe une loi en Suède, exigeant que toute personne qui aspire à faire partie de la marine royale ou de l'administration des chemins de fer soit porteur d'un certificat officiel, attestant à tous que *ses yeux sont organisés pour voir bien les couleurs,* ou, en d'autres termes, qu'elle n'est point affectée de *daltonisme.*

» La Commission des chemins de fer de Paris à Lyon et de Lyon à la Méditerranée a devancé la Suède à cet égard, en chargeant le D[r] Favre, de Lyon, dès 1855, d'examiner son personnel et de ne recevoir de nouveaux sujets qu'après un examen témoignant de leur aptitude à bien voir les couleurs. Voilà donc bientôt trente ans que le D[r] Favre exerce ses fonctions d'examinateur pour une Commission de particuliers qui a fait preuve depuis longtemps de son amour pour le progrès social.

» M. le Dr Favre a publié d'excellentes Brochures sur les nombreuses observations qu'il a faites, Brochures qui lui ont mérité un prix de l'Académie des Sciences. Le résultat principal de ses recherches est que, sur 100 personnes, 10 les voient mal et que les femmes comptent moins de daltonistes que les hommes.

» La découverte du *contraste rotatif*, que je n'ai faite qu'en 1878, a jeté une vive lumière dans mon esprit sur le *contraste simultané des couleurs*.

» Cette découverte m'a expliqué *expérimentalement* ce qui, jusque-là, n'avait eu que le caractère d'une grande probabilité, savoir : que la rétine qui voit une couleur A ne peut en voir à la fois la complémentaire C, et, en outre, que la vue de A prédispose cette partie de la rétine, dès qu'elle aura cessé de percevoir A, à en voir la complémentaire C : de sorte que le contraste de rotation s'accomplit en deux temps :

» *Dans le premier temps*, la partie de la rétine qui a perçu la couleur A n'est affectée *dans le deuxième temps* que par *c* de la lumière incolore réfléchie par la moitié de la lumière blanche de la *pirouette complémentaire* (conséquemment à l'exclusion de *a* de cette même lumière).

» Le *contraste rotatif* s'accomplit donc en deux temps sur une même partie de la rétine et présente le phénomène du *contraste rotatif* comme indéfini, parce que, plus de fois on le répète avec une même pirouette, plus l'opposition entre les deux complémentaires augmente d'intensité pour un œil bien organisé.

» Voyons la lumière que le *contraste rotatif* jette sur le *contraste simultané de deux zones juxtaposées* de couleur A et de couleur B.

» Évidemment, la partie de la rétine qui voit A ne peut en voir à la fois C sa complémentaire. De même que la partie de rétine qui voit B ne peut en voir en même temps C' sa complémentaire, d'où ces deux conséquences :

» 1° Qu'une première fraction de lumière blanche réfléchie par la zone de couleur A, ne pouvant agir par petit *c*, sa complémentaire, agit exclusivement par petit *a* et renforce ainsi le ton de la couleur A de cette zone. De même pour une fraction de la lumière blanche réfléchie par la zone de couleur B : petit *b* de cette fraction renforce le ton de la couleur B.

» 2° Une deuxième fraction de lumière blanche de la zone de couleur A agit, à l'exclusion de sa couleur petit *b*, par *c'*, pour produire l'effet du contraste; de même pour une deuxième fraction de lumière blanche réfléchie par la zone de couleur B; elle agit exclusivement par petit *c*, à l'exclusion de petit *a*.

» Enfin, l'accord est parfait entre le *contraste rotatif* et le *contraste simultané des couleurs*.

» Lorsqu'on dit que deux zones de couleurs juxtaposées A et B perdent de ce qu'elles peuvent avoir d'identique, ou, ce qui revient au même, comme si la complémentaire C' de B s'ajoutait à A, et C, complémentaire de A, s'ajoutait à B.

» Il est incontestable, à mon sens, que, dès que la perception de la couleur A a pour effet dans le contraste rotatif l'apparition de la couleur petit *e*, sa complémentaire, sur la moitié diamétrale blanche de la pirouette complémentaire, petit *a*, de la lumière blanche de la zone de couleur A devient actif et augmente l'intensité de ton de A.

» Je tire de ce fait expérimental la conclusion que, dans le *contraste simultané de deux couleurs* A *et* B *juxtaposées* et qui sont vues à la même place sur la rétine pendant toute la durée du phénomène, les couleurs A et B peuvent manifester et manifestent *une élévation de ton;* mais, en faisant cette remarque, je suis loin de prétendre que l'élévation de ton des deux couleurs juxtaposées est aussi considérable que celui de la couleur unique de la pirouette complémentaire, et, dans tous les cas, les deux couleurs juxtaposées présentent les modifications indiquées par la loi du *contraste simultané;* elles semblent perdre ce qu'elles peuvent avoir d'identique, ou, en d'autres termes, il semble que la complémentaire de B, petit *e*, s'ajoute à A et que la complémentaire de A, *c*, s'ajoute à B.

» Je ne prétends point donner maintenant un programme d'enseignement de la vision, mais indiquer à des maîtres désireux de faire connaître à des élèves les deux principes de la vision des couleurs, qui sont diamétralement opposés l'un à l'autre, à savoir *le principe du mélange des couleurs* et le *principe de leur contraste*, comprenant *le contraste simultané de ton et de couleur, le contraste successif, le contraste mixte*, tous les trois appliqués *à la vision des couleurs matérielles en repos*, et enfin *le contraste rotatif*, découvert après le mois de février de l'année 1878, concernant *la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation.*

» Le Volume in-8° publié par Levrault en 1833, sous le titre *De la loi du contraste simultané des couleurs*, comprend l'étude du contraste simultané de tons et de couleurs au point de vue le plus général; il y est question du *contraste successif* et du *contraste mixte*. On n'y traite que de la vision des couleurs matérielles en repos.

» En 1842 et 1843, la Chambre de commerce de Lyon manda au Ministre du Commerce, alors M. Cunin-Gridaine, que la *Société d'Agriculture et des*

Arts utiles (de Lyon) avait exprimé le désir que j'y vinsse professer le Cours que je faisais aux Gobelins sur le contraste des couleurs depuis 1832.

» J'y professai ce Cours en 1842 et 1843, et c'est après l'avoir terminé qu'elle prit les décisions suivantes :

» 1° Qu'elle publierait les *Leçons spéciales aux effets optiques des étoffes de soie,* Ouvrage dont elle fit les frais d'impression et qu'elle donna gratuitement à toutes les personnes notables qui le lui demandèrent. Je remerciai mon excellent confrère de l'Institut, le général Piobert, de l'attention qu'il donna à mon œuvre. On ignore généralement que, avant son entrée à l'École Polytechnique, il s'était occupé de l'industrie des étoffes de soie.

» 2° La Chambre de commerce de Lyon demanda plus tard que les *cercles chromatiques* dont j'avais parlé dans mes Leçons fussent exécutés en porcelaine de Sèvres, pensant qu'ils seraient utiles à l'industrie lyonnaise, en évitant aux fabricants d'étoffes d'envoyer des échantillons aux teinturiers, parce que, une fois ces cercles exécutés en porcelaine de Sèvres, ils seraient déposés à la Chambre de commerce de Lyon, pour éviter toute difficulté aux parties intéressées.

» Un des premiers fabricants de papiers peints de France, M. Étienne Délicourt, qui confectionna les papiers peints propres à mes Cours des Gobelins et à ceux de Lyon, publia deux éditions, de 1844 à 1847, d'un *Album du contraste des couleurs* qui était le recueil des objets de mes leçons, de grandeur réduite. Malheureusement elles sont épuisées. Un dernier exemplaire, dont l'auteur disposa en faveur de M. Prosper Mérimée, fut brûlé dans son hôtel.

» En 1861, parut le 33e Volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences* sous le titre d'*Exposé d'un moyen de définir et nommer les couleurs d'après une méthode précise et expérimentale.*

» Il comprend 944 pages et un Atlas de 14 Planches, représentant mes dix cercles chromatiques, exécutées avec un véritable succès, au moyen de l'impression, par M. Digeon.

» Le principe du cercle chromatique avait été exposé à l'Académie, dans les séances du 12 de mai 1851, et du 14 de mai 1860 et 1861.

» En 1878, je présentai, d'après le conseil de plusieurs de mes confrères, deux cartons carrés de $0^m,25$ de côté, dont l'un *fond blanc* et l'autre *fond vert,* montrant la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir* et le *gris matériels.* Le premier montre la *différence de ton* entre les *deux noirs* et le *gris;* le second, la différence de contraste entre le *noir et les gris matériels* et le *noir absolu,* qui ne présentent aucun contraste sensible.

» Enfin, c'est après le mois de février de l'année 1878 que je découvris le *contraste rotatif;* c'est grâce à lui que je dois la connaissance du *contraste simultané des couleurs,* telle que je la possède aujourd'hui.

» Il m'a appris *expérimentalement* que, tant que la rétine perçoit une couleur A, cette partie de la rétine ne peut en voir la complémentaire C; mais, au moment où elle cesse de la percevoir, la lumière incolore réfléchie par une surface blanche ne s'affecte que de la couleur C. L'on s'explique encore deux autres faits :

» 1° C'est que dans le premier temps, où l'œil voit la couleur A, une portion de lumière incolore affecte cette même partie de la rétine de cette même couleur A.

» Et 2° dans le deuxième temps, où cette partie de la rétine vient de cesser de percevoir A, une fraction de lumière blanche l'affecte de la couleur C', complémentaire de B, à l'exclusion de B, si les couleurs juxtaposées ne sont pas complémentaires.

DERNIÈRES RÉFLEXIONS SUR L'ENSEIGNEMENT DU CONTRASTE DES COULEURS.

» 1. *Enseignement général et approfondi.* — Toute personne désireuse de connaître cet enseignement dans sa plus grande généralité et dans ses détails devra lire tous les ouvrages dont je viens de rappeler les titres dans ce Chapitre, et en outre le Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, le 7 d'avril 1828, sous le titre : *Sur l'influence que deux couleurs peuvent avoir l'une sur l'autre quand on les voit simultanément,* et de plus un second Mémoire, lu le 27 de janvier 1840, sous le titre de *Recherches physico-chimiques sur la teinture;* il a trait au *principe du mélange des couleurs.*

» 2. *Enseignement des écoles d'arts et métiers.* — Quant aux écoles d'arts et métiers, où des programmes parfaitement arrêtés existent, je me bornerai à un simple conseil, donné à tout maître qui jugerait utile à l'enseignement de ses élèves les principes du contraste, de lire dans une bibliothèque publique les ouvrages que j'ai cités plus haut et de voir lui-même ce qu'il pourrait en tirer pour son enseignement.

3. *Enseignement dans les écoles de dessin.* — Ce que je viens de dire pour les écoles d'arts et métiers, je l'appliquerai aux maîtres des écoles communales de dessin, parce que quelques maîtres, à ma connaissance, ont consacré quelques leçons de leur cours à l'enseignement du contraste; je répéterai ce que j'ai recommandé à quelques maîtres qui m'ont consulté à ce sujet. Les maîtres de ces écoles professaient dans d'autres départements que celui de la Seine. Je leur disais qu'ils s'informassent si, dans l'ensei-

gnement de leur ressort, il y avait quelque industrie qui fût intéressée à connaître les contrastes, et que, s'il en existait, c'était de consacrer quelques leçons aux besoins que cet industrie pourrait avoir de la vision du contraste.

» IV. *Enseignement primaire.* — Je serai moins bref sur l'enseignement primaire que je ne l'ai été sur les précédents, par la raison que l'examen existe en France pour le personnel des chemins de fer et que je le réduis à enseigner aux enfants le maniement au plus de douze pirouettes complémentaires et au moins de six, par la raison que je ne doute pas que ceux qui voient bien les couleurs, si, plus avancés en âge, ils veulent faire partie du personnel de l'administration des chemins de fer, grâce au maniement de ces pirouettes dont ils auraient appris l'usage à l'école primaire, pourraient prouver alors qu'ils ne sont point affectés du daltonisme.

» *Trois pirouettes complémentaires des couleurs simples des artistes.* — Pirouette dont une moitié diamétrale est blanche et l'autre de couleur simple.

Moitié diamétrale blanche	Moitié diamétrale	rouge
»	»	jaune
»	»	bleue

» *Trois pirouettes complémentaires des couleurs binaires des artistes :*

Moitié diamétrale blanche	Moitié diamétrale de couleur	binaire
»	»	orange
»	»	verte
»	»	violette

» *Six pirouettes complémentaires de couleurs complexes :*

Moitié diamétrale blanche	Moitié diamétrale	rouge-orangé
»	»	orangé-jaune
»	»	jaune-vert
»	»	vert-bleu
»	»	bleu-violet
»	»	violet-rouge

» Le langage des couleurs serait susceptible d'une grande extension si on le considérait à des points de vue dont je n'ai point parlé, ou, si je l'ai fait, j'ai évité des détails qui auraient pu distraire le lecteur de sujets, à mon sens, plus importants, du moins actuellement. Je fais allusion en partie au langage des couleurs, lorsqu'il s'agit d'aider la mémoire à retenir des *rapports* relatifs au principe de l'association des idées. »

CHIMIE. — *Recherches sur les hypoazotites. Première partie : Recherches chimiques*, par MM. **Berthelot** et **Ogier**.

« **1.** En étudiant les produits de la réduction des azotites par l'amalgame de sodium, M. Divers (¹) découvrit en 1871 un nouveau sel, qu'il appela *hypoazotite d'argent*, et dont il détermina la composition et les propriétés. Ce sel et ses dérivés ont été, depuis, l'objet de nouvelles recherches, exécutées par MM. Van der Plaats (²), Menke (³) et Zorn (⁴). Ces auteurs assignent à l'hypoazotite d'argent la formule AzO^2Ag, qui le ferait dériver du protoxyde d'azote associé à l'oxyde d'argent. M. Divers fait observer seulement qu'il a obtenu 1 centième d'argent de moins que n'indiquerait la formule; ce qu'il attribue à quelque impureté : on va revenir sur ce point.

» Nous avons repris l'étude de l'hypoazotite d'argent et de l'acide hypoazoteux, au double point de vue chimique et thermique.

» Nous allons présenter nos analyses, l'examen de l'action de la chaleur, des agents oxydants, enfin les mesures calorimétriques.

» **2.** *Analyses.* — L'hypoazotite d'argent a été préparé par le procédé de M. Divers. Pour l'obtenir pur, il est nécessaire de le redissoudre dans l'acide azotique très étendu et de le reprécipiter, en neutralisant exactement par l'ammoniaque : on obtient ainsi un précipité jaune, d'une grande insolubilité.

» Ce corps éprouve une décomposition très sensible, lorsqu'on le chauffe à 100°, et surtout un peu au-dessus; la proportion centésimale d'argent obtenu à l'analyse croît avec la durée de la dessiccation opérée dans ces conditions. Par exemple, un sel maintenu plusieurs heures vers

---

(¹) *Journal of the Chemical Society*, XXIV, 484. — *Proceedings of the Royal Society*, XIX, 425. — *Bull. de la Soc. chimique de Paris*, XV, 176.

(²) *Berichte der D. chem. Ges.*, X, 1508.

(³) *Journ. Ch. Soc.*, XXXIII, 401. L'auteur annonçait avoir obtenu les hypoazotites en grande quantité, en décomposant l'azotite de soude par le fer. M. Zorn a reconnu l'inexactitude de ses assertions, et nous sommes arrivés à la même conclusion : le principal sel de l'auteur nous paraît être du carbonate de soude, sel que nous avons obtenu, en effet, en abondance sous forme cristallisée, en suivant ses indications. Cependant il se produit une trace d'hypoazotite dans l'action de la chaleur sur les azotites alcalins, ainsi que M. Divers en a déjà fait la remarque.

(⁴) *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, X, 1306, et XV, 1258.

120° a fourni ensuite 85,6 d'argent; au lieu de 76 exigés par la formule. Dès 95°, une matière amenée à renfermer 75,5 d'argent par la dessiccation commence à noircir légèrement.

» Nous pensons que cette circonstance a dû surélever les dosages effectués jusqu'à présent, lesquels ont été faits sur un sel séché à haute température.

» C'est pourquoi nous avons préféré dessécher l'hypoazotite dans le vide, à la température ordinaire et dans l'obscurité : le sel ainsi préparé retient à la vérité une petite quantité d'eau, que nous avons pris soin de doser; mais il ne renferme pas trace d'argent réduit.

» Voici les résultats que nous avons obtenus sur plusieurs préparations différentes, séchées dans le vide :

Argent..................	75,3	75,0	75,3
Azote....................	9,6	9,6	»
Eau......................	1,1 (1)	1,5 (2)	»
Oxygène (par différence)...	14,0	13,9	»

» Cela ferait, en déduisant l'eau :

Ag..............................	76,2	76,1
Az..............................	9,7	9,8
O..............................	14,1	14,1

» Ces résultats conduisent à une formule sensiblement différente de celle qui a été donnée jusqu'ici, soit $Az^2O^5Ag^2$.

	Calculé d'après		
	AzO^2Ag (138)	$Az^2O^5Ag^2$ (284)	Trouvé.
Ag.....................	78,3	76,1	76,1
Az.....................	10,1	9,9	9,8
O.....................	11,6	14,0	14,1

» L'acide hypoazoteux aurait donc pour formule $Az^2O^3, 2HO$; ce qui en fait un sesquioxyde d'azote, répondant, à l'état anhydre, à la formule Az^2O^3.

» L'écart entre nos résultats et ceux des analyses antérieures s'explique,

(1) L'eau a été déterminée en nature, en procédant comme dans une analyse organique, avec une longue colonne de cuivre métallique, et en desséchant préalablement et complètement l'oxyde de cuivre dans le tube même, chauffé au rouge avant l'analyse.

(2) Par la perte.

comme il a été dit, par le commencement d'altération que le sel éprouve pendant la dessiccation à haute température. Nous aurions cependant hésité à proposer la nouvelle formule, si elle ne nous paraissait s'accorder mieux avec l'étude quantitative des réactions. Elle concorde mieux aussi avec l'existence des sels acides, observés par M. Zorn.

» 3. *Action de la chaleur.* — Nous avons étudié cette action de quatre manières différentes :

» 1° En chauffant le sel au rouge sombre, dans un tube où l'on avait fait le vide : condition dans laquelle la vapeur nitreuse formée d'abord est réabsorbée par l'argent. Nous avons obtenu ainsi, pour 100 parties de sel :

AzO^2	13,6 (en poids)
AzO mêlé d'azote	2,1
	15,7

» L'argent resté dans le tube contenait une certaine dose d'azotite et d'azotate d'argent ($AzO^3 = 1,3$ d'après un dosage).

» 2° En chauffant le sel dans un courant d'acide carbonique sec, qui entraînait à mesure la vapeur nitreuse, condensée au delà au sein d'une solution de bicarbonate de soude : on y a titré l'acide azoteux. On a trouvé pour 100 parties :

AzO^2	14,5
AzO^3	3,7

» La formation du bioxyde d'azote et celle de l'azotate d'argent ont déjà été observées par M. Divers; mais ce savant n'a pas fait la détermination quantitative des produits. Or cette détermination s'accorde beaucoup mieux avec la formule $Az^2O^5Ag^2$. En effet, d'après la formule AzO^2Ag, on devrait avoir

$$AzO^2Ag = AzO^2 + Ag;$$

soit 21,7 de bioxyde d'azote.

» D'après la formule $Az^2O^5Ag^2$,

$$Az^2AO^5Ag^2 = AzO^2 + AzO^3 + Ag^2,$$

on doit avoir 10,6 de AzO^2 et 13,4 de AzO^3. En fait, nous avons isolé seulement 3,7 de ce dernier corps; 9,7 ayant été réabsorbés par l'argent, en formant de l'azotite d'argent et une nouvelle dose, soit 3,8, de

bioxyde d'azote

$$Az^2O^6 + Ag = AzO^4Ag + AzO^2;$$

ce qui porte la dose totale du bioxyde d'azote calculée à 14,4.

» Or on a obtenu par expérience : 14,6.

» L'accord est aussi satisfaisant que possible.

» L'expérience faite avec le tube vide ne diffère de celle-ci que parce que l'acide azoteux, demeuré en contact prolongé avec le métal, a disparu complètement, non sans former un peu de protoxyde d'azote et d'azote.

» 3° L'hypoazotite d'argent, chauffé à feu nu, se décompose d'abord en fournissant un mélange d'argent métallique et d'azotite, qui surélève les dosages et qui exige une calcination prolongée pour être entièrement détruit.

» 4° L'hypoazotite d'argent, décomposé par les acides étendus, fournit une liqueur dont l'ébullition dégage du protoxyde d'azote, d'après M. Divers. Le fait est exact; mais la réaction est moins simple qu'on ne l'avait supposé : le protoxyde d'azote ne renfermant pas la totalité de l'azote du sel, comme la formule AzO, AgO l'exigerait.

» Pour étudier la réaction, nous avons traité $2^{gr},0$ d'hypoazotite d'argent par l'acide sulfurique étendu et soumis le produit à une ébullition prolongée, de façon à entraîner la totalité des gaz dégagés; on opérait d'ailleurs avec des liqueurs saturées d'azote à l'avance, et dans des vases ne contenant pas trace d'oxygène. On a obtenu 134^{cc} de gaz permanents (volume réduit), renfermant 94^{cc} de protoxyde d'azote et 40^{cc} d'azote. Ces volumes répondent l'un à 5,9 centièmes d'azote combiné; l'autre à 2,5 centièmes d'azote libre; 1,4 centièmes d'azote étant demeurés dans la liqueur, associés au surplus de l'oxygène sous forme d'acide azotique. Cet acide azotique a été isolé par distillation et pesé sous forme d'azotate de baryte. Le poids de l'acide surpassait 3 centièmes, malgré les pertes inhérentes à cette manière de procéder. Dans un autre essai, les gaz ont été extraits par le vide. On a obtenu un peu plus de protoxyde d'azote, soit 12 centièmes, répondant à 7,6 d'azote combiné; plus 1,5 d'azote libre, et quelques centièmes d'acide azotique, également constaté d'une manière expresse.

» On voit qu'il se produit une réaction complexe; à peu près comme dans la décomposition de l'oxyammoniaque, qui fournit aussi du protoxyde d'azote. La réaction principale est ici la suivante :

$$4(Az^2O^2, 2HO) = 7AzO + AzO^5, HO + 7HO.$$

» 4. *Agents oxydants.* — Nous avons étudié méthodiquement l'action de trois corps oxydants : l'iode, le brome, le permanganate de potasse.

» 1° L'iode, en solution dans l'iodure de potassium, n'a pas exercé d'action appréciable sur l'acide hypoazoteux, soit combiné à l'argent ([1]), soit mis en liberté par une dose équivalente d'acide chlorhydrique étendu.

» 2° L'oxydation par le brome est très caractéristique. Pour l'effectuer, on opère sur un poids connu d'hypoazotite d'argent, soit 2gr,000 mis en présence de l'acide chlorhydrique et d'une solution aqueuse de brome titré et employé en léger excès : on laisse réagir pendant quelque temps, puis on titre le brome restant. Ce procédé tend à donner des chiffres un peu forts, à cause de l'évaporation de quelque peu de brome pendant les manipulations. Tantôt l'acide chlorhydrique est mêlé d'avance avec l'eau de brome, dans laquelle on délaye le sel d'argent (série I); tantôt on délaye le sel dans cet acide, puis on y ajoute le brome (série II). Les chiffres obtenus ont été calculés d'après le rapport pondéral de l'argent, accusé par les analyses, au brome absorbé dans la réaction ; sans faire aucune hypothèse sur la formule du sel, afin de ne rien préjuger. Nous avons trouvé pour le rapport des équivalents :

Série I. — Ag : Br.		*Série II.* — Ag : Br.	
Premier essai........	1 : 3,73	Cinquième essai.....	1 : 3,56
Deuxième essai........	1 : 3,50	Sixième essai.......	1 : 3,67
Troisième essai	1 : 3,72	Septième essai.....	1 : 3,69 ([2])
Quatrième essai.......	1 : 3,85		

» D'après l'ancienne formule,

$$AzO^2Ag + 4HO + 4Br = AzO^6H + 3HBr + AgBr,$$

l'hypoazotite aurait dû prendre : 4Br pour Ag.

([1]) Sauf le changement de l'argent en iodure.

([2]) Dans cet essai, le dosage du brome absorbé a été fait par deux procédés de dosage différents, appliqués chacun au dosage, avant et après la réaction.

On a trouvé, pour 2gr,000 de sel :

Pa SO^2....................	4gr,107
Par AsO^3....................	4,098
Moyenne......	4,1025

» D'après la nouvelle formule,

$$Az^2O^5Ag^2 + 7HO + 7Br = 2AzO^6H + 5HBr + 2AgBr,$$

l'hypoazotite aurait dû prendre : 3,50 Br pour Ag.

» Les nombres observés s'accordent de préférence avec la dernière formule; surtout si l'on remarque que le procédé employé tend à fournir des chiffres un peu trop forts.

» Ces résultats nous paraissent donner une grande probabilité à la formule $Az^2O^5Ag^2$.

» 3° L'oxydation par le permanganate de potasse fournit des résultats peu réguliers, l'oxygène absorbé variant de 4,6 à 8,9 centièmes, et l'action ne se terminant pour ainsi dire pas. Cependant, en opérant en présence d'un très grand excès d'acide sulfurique et avec les précautions qui viennent d'être indiquées, on arrive à des chiffres assez concordants, tels que

8,3; 7,5; 8,4; 8,9.

» Ces chiffres répondent sensiblement à $3^{éq}$ d'oxygène absorbés.

» Les dosages par le permanganate doivent être exécutés en introduisant le sel d'argent d'un seul coup dans le mélange de permanganate et d'acide sulfurique, fait à l'avance et en excès; car l'acide hypoazoteux mis en liberté à l'avance paraît absorber lentement l'oxygène de l'air. La dissolution de cet acide, introduite dans un grand flacon plein d'air et dosée seulement le lendemain, n'a plus absorbé que 1,2 d'oxygène, aux dépens du permanganate.

» Les liqueurs, étudiées après oxydation par le permanganate, ne renferment pas d'ammoniaque; mais elles dégagent par l'ébullition une dose considérable de protoxyde d'azote. Dans une même expérience, on a dosé l'oxygène absorbé et le protoxyde d'azote (en extrayant celui-ci avec la trompe à mercure et le dosant par détonation au moyen de l'hydrogène). On a obtenu

O fixé : 8,3; AzO dégagé : 8,0; pour 100 parties de sel.

» Ces chiffres répondent très sensiblement à la transformation suivante:

$$Az^2O^5Ag^2 + O^3 + HO = AzO + AzO^5,HO + 2AgO \text{ (comb. à l'acide)}.$$

» C'est donc une nouvelle confirmation de la formule $Az^2O^5Ag^2$; formule qui s'accorde pour le mieux avec les analyses, avec la décomposition par la chaleur et avec la dose des agents oxydants employés. »

BOTANIQUE. — *Ramification de l'*Isatis tinctoria, *formation de ses inflorescences;* par M. A. Trécul.

« Dans les Crucifères, l'inflorescence proprement dite, c'est-à-dire le corymbe ou la grappe, qui ne porte que des rameaux uniflores, est *basifuge* ou *acropète*, par la naissance des pédoncules et par l'épanouissement des fleurs. Au contraire, l'inflorescence générale, représentant l'ensemble des rameaux florifères de la plante entière, ou d'une grande branche, est *basipète*, pour l'apparition et le développement des inflorescences partielles (corymbe ou grappe), au moins chez un grand nombre de ces plantes.

» L'*Isatis tinctoria*, dont l'inflorescence générale est très complexe, est soumis à cette loi. Je ne veux parler aujourd'hui que de cette espèce.

» On a pu remarquer que, vers l'époque de l'épanouissement des premières fleurs, les rameaux sont beaucoup plus développés dans la région supérieure de l'axe primaire ou de chacune des grandes branches qui partent de sa base, que dans leur partie inférieure, de façon qu'il peut y avoir des fleurs en haut, quand les rameaux inférieurs de première génération comme les florifères, ou de même génération qu'eux, sont encore à l'état de court ramule ou de simple bourgeon enfermé dans ses deux premières feuilles. Il arrive même qu'un tel bourgeon manque à l'aisselle des feuilles les plus bas placées sur ces grandes branches. On a pu remarquer encore que l'épanouissement des fleurs s'étend, en général, des rameaux supérieurs à ceux qui sont insérés plus bas.

» A quoi cela est-il dû? Est-ce à l'ordre d'apparition des bourgeons ou à l'ordre de leur accroissement? Les observations que je vais présenter vont répondre à ces questions.

» Des semis faits au commencement du printemps de 1881 m'ont donné de jeunes plantes portant des bourgeons axillaires assez souvent dès l'aisselle d'un ou des deux cotylédons agrandis; mais fréquemment, surtout dans un semis plus tardif, il ne naît pas de bourgeon dans l'aisselle de quelques-unes des premières feuilles. Il s'en développe, au contraire, dans l'aisselle de toutes les feuilles plus haut situées; toutefois cette apparition des bourgeons n'est pas toujours régulièrement *acropète*, comme on va le voir. D'abord, nécessairement, les premiers nés sont les plus grands. Plus tard, leur végétation étant plus lente, leur dimension est dépassée par celle des bourgeons qui sont nés après eux; en sorte que, dans la série des jeunes bourgeons, on peut avoir des dimensions croissantes de bas en haut jus-

qu'à une certaine hauteur, et décroissantes ensuite par la formation successive des bourgeons dans l'aisselle des plus jeunes feuilles. Cette apparition des bourgeons peut continuer ainsi jusque dans l'aisselle des dernières feuilles, au-dessus desquelles naissent les premières fleurs de l'inflorescence terminale. C'est toujours cette inflorescence de la tige mère qui, la première, est constituée. Mais d'ordinaire, ou fort souvent, l'apparition des bourgeons latéraux ne se fait pas avec cette régularité, ainsi que je viens de le dire.

» Dans quelques jeunes plantes, il est produit au bas de la tige une touffe de bourgeons vigoureux, qui prennent un plus grand développement que tous les autres; ils forment de grandes branches qui multiplient en quelque sorte la tige, et donnent, comme elle, chacune une grande panicule très complexe.

» L'évolution de ces panicules mérite une attention particulière. Ici, comme dans quelques inflorescences de Graminées, que j'ai décrites, la prédominance de la végétation dans la région supérieure de la plante ou de ses branches est des plus remarquables, à un certain âge. Elle est souvent telle que l'apparition des bourgeons axillaires ne suit pas l'ordre basifuge régulier. Au lieu de naître successivement de bas en haut dans l'aisselle des feuilles, suivant l'ordre de naissance de celles-ci, dans toute l'étendue de la tige, ou d'une branche donnée, il arrive que le sommet produit des bourgeons dans l'aisselle des plus jeunes feuilles, c'est-à-dire les plus haut placées, avant qu'il en soit formé dans l'aisselle de bon nombre de feuilles de la région moyenne, nées auparavant, insérées plus bas par conséquent, et plus grandes. Alors il existe sur la tige un espace plus ou moins considérable, occupé par des feuilles qui n'ont pas de bourgeon dans leur aisselle, bien que les feuilles situées plus haut en soient pourvues comme les feuilles inférieures. Il arrive aussi quelquefois, dans certains jeunes rameaux de même ordre que les précédents, de première génération comme eux, que leurs feuilles supérieures ont des bourgeons même avant leurs feuilles inférieures en assez grand nombre. On en trouve un exemple dans le tableau IV, ci-après.

» Avant l'apparition des rudiments floraux au sommet de la jeune tige ou des jeunes branches basilaires, ou même des bourgeons latéraux supérieurs de celles-ci, la force végétative ou, si l'on aime mieux, la production gemmaire est telle que souvent le rameau apparaît, en quelque sorte, avant sa feuille axillante. Il est formé d'abord un gros mamelon arrondi, au bas du côté dorsal duquel se montre ensuite un faible bourrelet, rudiment de la feuille axillante. Ce bourrelet est parfois représenté par une

courbe à peine sensible, qui paraît mettre hors de doute l'antériorité du rameau. A part sa position, la feuille axillante ressemble alors bien plus à un appendice basilaire dorsal, si un tel appendice était possible, qu'à une feuille axillante. Née après le rameau, sur sa base en vigoureux accroissement, on conçoit que, dans quelques cas, on trouve la bractéole insérée à une certaine hauteur sur ce rameau, comme cela se voit assez souvent sur des pédoncules.

» On comprendra aussi maintenant pourquoi les pédoncules qui terminent cet axe végétatif puissant n'ont pas de feuille axillante, et pourquoi assez souvent les pédoncules inférieurs n'en ont qu'une rudimentaire, qui peut être réduite à un bourrelet à peine visible. C'est que la végétation axile prédominant de plus en plus par en haut, le pédoncule naissant se développe avant que la bractéole ait eu le temps d'apparaître.

» Là, dans la région supérieure de la tige ou de ses branches, un peu avant ou pendant la naissance des premiers rudiments floraux, les bourgeons, nés comme je l'ai dit, grossissent vite et renflent en tête la sommité; ils produisent d'abord des feuilles et des bourgeons axillaires relativement gros comme les précédents, et se terminent bientôt eux-mêmes par les rudiments d'une nouvelle inflorescence. Ces bourgeons axillaires de deuxième génération se comportent comme ceux de la première; il en naît des rameaux et des inflorescences de troisième génération, etc.

» Des bourgeons supérieurs qui se comportent ainsi, ce ne sont pas les plus rapprochés du sommet ou des rudiments floraux qui sont les plus volumineux: ce sont ceux de la région moyenne de la petite tête qui résulte de leur accroissement (tableaux II et III). Au-dessus et au-dessous des plus gros, il y en a donc de plus petits, d'abord moins avancés. Ceux qui sont au-dessous décroissent peu à peu, à tel point qu'ils peuvent être réduits à une petite éminence convexe de $0^{mm},05$, $0^{mm},03$ ou même $0^{mm},02$ de hauteur et parfois moins. Par eux, on passe graduellement des plus gros bourgeons supérieurs à l'espace de la région moyenne de l'axe, dont les feuilles sont encore dépourvues de bourgeons axillaires. Le tableau II donne, de cette transition, un exemple satisfaisant.

» Il ne faut pas omettre que, bien qu'ils ne soient pas les plus volumineux, les bourgeons placés sous l'inflorescence finissent par devancer les plus gros, par les dépasser même en hauteur, grâce à la prédominance de la végétation par en haut; c'est pourquoi leurs fleurs s'épanouissent d'ordinaire avant celles des rameaux situés plus bas.

» Quelques mots maintenant sur l'apparition des premiers vaisseaux

dans les bourgeons florigènes. A l'intérieur de la sommité d'un jeune rameau de $0^{m},07$ de hauteur, j'ai trouvé huit faisceaux principaux, sinueux, longitudinaux, reliés entre eux çà et là par des fascicules obliques grêles. Ces faisceaux ont des branches assez nombreuses, obliques aussi, qui elles-mêmes se ramifient. Des rameaux vont aux feuilles; d'autres vont aux bourgeons latéraux et dans la jeune inflorescence terminale.

» D'après ce qui a été dit plus haut de la disparité de l'ordre de naissance des feuilles et des bourgeons axillaires, on prévoit que l'ordre d'apparition des vaisseaux dans ces bourgeons ne suit pas celui des feuilles. Nous avons vu que les feuilles décroissent à peu près régulièrement de bas en haut, suivant leur ordre de naissance, qu'au contraire, les bourgeons supérieurs, qui constituent la sommité, naissent ordinairement avant ceux qui sont situés plus bas sur la région moyenne de la tige, et que, dans cette sommité même, les bourgeons de sa région moyenne, à elle, sont d'abord plus développés que ceux qui sont situés au-dessus et au-dessous. Cela influe sur l'ordre d'apparition des vaisseaux. Ce sont, en effet, les plus gros bourgeons de cette sommité qui, les premiers, obtiennent des vaisseaux. Ceux qui sont au-dessus et au-dessous n'en acquièrent qu'ensuite.

» Chacun de ces bourgeons plus gros peut recevoir à la fois deux branches vasculaires insérées sur le fascicule qui leur est opposé dans l'axe, lesquelles branches peuvent être déjà bifurquées, quand la feuille axillante est encore sans vaisseaux. Les bourgeons placés au-dessus en sont ensuite pourvus, et après eux ceux qui sont au-dessous.

» Il est à remarquer que les feuilles axillantes de ces bourgeons inférieurs plus petits de la sommité, qui sont plus grandes et plus âgées que celles des plus gros bourgeons situés plus haut, sont munies de vaisseaux avant elles. Les premiers vaisseaux de la nervure médiane de ces feuilles axillantes peuvent être insérés sur le même faisceau que ceux des bourgeons, ou sur un faisceau voisin, ou, pour parler plus rigoureusement, sur le premier ou les premiers vaisseaux d'un tel faisceau. On voit quelquefois partir d'un tel faisceau ou fascicule vertical une branche vasculaire qui se dirige vers la base d'une feuille sans l'atteindre encore. Si elle y est déjà prolongée, elle y monte plus ou moins haut et se comporte comme il a été dit en parlant des feuilles.

» De l'axe du bourgeon terminal les vaisseaux montent dans les premiers pédoncules formés. Chacun de ceux-ci reçoit d'abord un vaisseau, qui s'étend de bas en haut. Une branche vasculaire naît ensuite à la base du pédoncule. Les deux vaisseaux, formant une fourche qui diverge de bas en

haut, représentent les deux faisceaux latéraux du pédoncule. Quelquefois le dernier de ces deux vaisseaux débute en deux fragments, l'un inférieur, l'autre supérieur, qui se réunissent et constituent la deuxième branche de la fourche. Un peu plus tard un troisième et un quatrième faisceau, les antéro-postérieurs, commencent plus ou moins haut, chacun par un premier vaisseau. Je compléterai la description de ce pédoncule dans une autre occasion.

» Je termine cette Communication par quatre tableaux indiquant par des chiffres divers états que je viens d'esquisser, et les rapports de dimension des feuilles axillantes et de leurs bourgeons respectifs.

» Ces tableaux ne représentent pas toutes les feuilles et tous les bourgeons des rameaux donnés (ce qui serait superflu et rendrait la publication impossible), mais seulement des feuilles et leurs bourgeons pris çà et là de bas en haut, suivant une ligne verticale, de façon à faire ressortir l'ordre de naissance et d'accroissement des organes mentionnés.

» Le premier tableau concerne une jeune plante dont l'axe avait 70^{mm} au-dessus du collet, et dont toutes les feuilles étaient pourvues de leur bourgeon axillaire.

» Le deuxième tableau représente une branche de la base, dont l'axe avait 40^{mm} de hauteur. On y voit dans la région moyenne l'indication de l'espace où un nombre variable de feuilles n'ont pas encore de bourgeon dans leur aisselle, et dans la série supérieure des bourgeons on peut remarquer que ce ne sont pas les plus rapprochés de l'inflorescence qui sont les plus grands.

» Les tableaux III et IV montrent des rameaux encore dépourvus de rudiments floraux.

I.

Axe primaire de 70^{mm}.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},65$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. (mm)	Bourgeons. (mm)
0,50	0,35
0,65	0,50
1,65	0,75
1,80	0,85
2,65	0,90
3,46	0,85
6,00	0,65

II.

Rameau inférieur avec axe de 40^{mm}.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},60$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. (mm)	Bourgeons. (mm)
0,15	0,30
0,75	0,45
»	0,85
0,70	0,60
0,90	0,50
1,30	0,40
1,45	0,25

I.

Axe primaire de 70mm.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient 0mm,65.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
7,00	0,55
9,00	0,40
12,00	0,55
19,00	0,95
32,00	1,30
50,00	2,00
81,00	4,50
112,00	10,15
134,00	13,00
180,00	27,00
215,00	32,00
177,00	37,50
Feuilles tombées.	23,00
»	13,00
»	7,00
»	5,50
»	4,50
»	3,10
»	1,50

II.

Rameau inférieur avec axe de 40mm
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient 0mm,60.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
1,70	0,20
2,15	0,10
2,10	0,0175
2,65	0,00
2,80	0,00
3,30	0,00
3,80	0,06
8,00	0,10
11,00	0,27
21,00	0,55
27,00	0,60
46,00	0,90
57,00	1,65
66,00	3,00
83,00	4,10
92,00	1,75
Feuilles inf. tombées	0,80
»	0,60
»	0,50

III.

Rameau avec axe de 15mm,
ayant à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
0,03	0,085
0,06	0,10
0,075	0,125
0,15	0,14
0,19	0,115
0,25	0,065
0,33	0,085
0,40	0,02
0,43	0,05
0,50	0,00

IV.

Rameau avec axe de 3mm,50
ayant à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
0,03	0,085
0,04	0,065
0,10	0,06
0,15	0,05
0,27	0,05
....	....
....	....
0,65	0,00
0,70	0,00
0,90	0,00

III.

Rameau avec axe de 15mm, ayant à son sommet de faibles proéminences. Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
0,60	0,00
0,95	0,00
1,05	0,00
1,20	0,00
1,40	0,00
1,85	0,00
2,50	0,02
3,15	0,03
4,50	0,05
7,00	0,10
9,00	0,125
18,00	0,35
22,00	0,85

IV.

Rameau avec axe de 3mm,50 ayant à son sommet de faibles proéminences. Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes. mm	Bourgeons. mm
1,15	0,00
1,55	0,00
1,80	0,00
2,25	0,00
3,15	0,00
5,00	0,00

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'Académie reçoit, pour le Concours du prix Penaud, diverses Communications relatives à la navigation aérienne, de M. **Jouan**, de M. **Sellier**, de M. V. **Baston**, de M. **Ziegler**, de M. E. **Brunet**, de M. L. **Thirionet**, et d'un **Anonyme**, avec la devise « des ailes, des ailes, des ailes ».

(Renvoi au Concours Penaud.)

M. Ch. **Magnier** adresse, pour le Concours du prix La Fons Mélicocq, une série de Mémoires relatifs à la flore des environs de Saint-Quentin et de quelques autres régions.

(Renvoi au Concours La Fons Mélicocq.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie qu'il vient de recevoir une circulaire, émanant du Gouvernement des États-Unis, et établissant que le Congrès des États-Unis a invité le Président à convoquer

toutes les nations à une Conférence, en vue de l'adoption d'un méridien initial commun et d'une heure universelle. Cette circulaire expose, en outre :

1° Que le manque d'uniformité dans ces matières est, pour le commerce, une source d'embarras qui ont été particulièrement accrus par l'extension des chemins de fer et des lignes télégraphiques;

2° Que cette question a été discutée depuis plusieurs années, en Europe et en Amérique, par des corps savants et commerciaux qui ont reconnu la nécessité d'une entente générale;

3° Que l'initiative des mesures à prendre pour préparer cette entente a paru appartenir aux États-Unis qui, de tous les pays intéressés, possèdent le territoire le plus étendu en longitude.

Le Président des États-Unis, bien que convaincu des avantages qui découleraient de la réforme projetée, a décidé qu'il consulterait les principaux Gouvernements pour s'assurer si la réunion d'une Conférence internationale leur semble désirable.

(Cette question sera soumise à l'examen d'une Commission composée de la Section d'Astronomie et de la Section de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 18e année du « Journal du ciel », publié par M. *Vinot*.

2° Le numéro de février 1882 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*. Ce numéro contient une Note de M. *Ch. Henry* sur les deux plus anciens Traités français d'algorithme et de Géométrie, et les textes mêmes de ces deux Traités, d'après un manuscrit de la bibliothèque Sainte-Geneviève.

ASTRONOMIE. — *Réponse aux objections présentées par MM.* Faye *et* Hirn *à la théorie de l'énergie solaire*. Note de M. **C.-W. Siemens**.

« C'est avec hésitation que je me hasarde à présenter à l'Académie une nouvelle défense de mon hypothèse sur la conservation de l'énergie solaire. Je crains qu'il soit inopportun, de la part d'un physicien étranger à cette éminente assemblée, de soutenir avec tant de persistance ses idées contre deux de ses Membres les plus distingués.

» J'espère, néanmoins, que MM. Faye et Hirn me pardonneront mon insistance à essayer de démontrer en quel sens ils se méprennent, à mon avis,

au sujet de quelques-unes des lois et des conditions physiques sur lesquelles je me suis appuyé pour soutenir mes idées relativement à une question qui a attiré l'attention des physiciens de plusieurs pays.

» Dans sa Réponse au Dr Spörer (*Comptes rendus* du 4 décembre 1882), M. Faye élève contre mon hypothèse deux objections qui suffiraient, si on les admettait, à la ruiner de fond en comble.

» D'après lui, la force centrifuge qui s'exerce à l'équateur du Soleil ne dépasserait pas la $\frac{1}{48000}$ partie de sa gravité ou de la pesanteur à la surface de cet astre; de sorte qu'il ne saurait être question d'une projection de matière solaire dans l'espace, par cette force centrifuge, à moins que nous n'admettions l'exercice d'une force expansive hypothétique, analogue à celle qui paraît agir sur la queue des comètes. Je me hâte d'affirmer que je reconnais parfaitement la grande supériorité de l'attraction du Soleil sur sa force centrifuge, dont l'intensité serait, d'après mes calculs, 46800 fois plus faible, et que je ne suppose l'action d'aucune force expansive autre que celles dont nous pouvons vérifier expérimentalement les effets dans nos laboratoires.

» Afin de mettre en évidence, peut-être plus clairement que je ne l'ai fait jusqu'ici, l'origine du puissant courant centrifuge, que je considère comme la conséquence de l'existence d'un milieu matériel fluide, et si raréfié qu'il soit, j'examinerai ce qui se passerait dans un tube recourbé passant par l'équateur, par le centre et par l'un des pôles du Soleil, et dont les deux branches, à angle droit, s'étendraient indéfiniment dans l'espace. L'action de la gravitation solaire sur la matière renfermée dans les deux branches de ce tube aurait pour effet de lui donner, suivant la loi de Mariotte, la même densité aux points situés à la même distance du centre du Soleil et portés à la même température.

» L'ensemble du tube étant supposé immobile, tout accroissement élémentaire de la longueur de la colonne de matière dans l'une des branches, à la distance R du centre du Soleil, sera équilibré par une variation semblable dans l'autre branche; si l'on suppose, au contraire, la branche équatoriale de ce tube entraînée par la rotation du Soleil, l'équilibre des pressions vers le centre du Soleil sera immédiatement détruit, les deux variations à la distance R ne s'équilibreront plus; la matière de la branche équatoriale entraînerait, par son mouvement centrifuge, celle de la branche polaire vers le centre du Soleil; la matière, ainsi déplacée dans les deux branches du tube, serait immédiatement remplacée par de la matière intersidérale semblable, soumise aux mêmes actions motrices, aux mêmes per-

turbations d'équilibre, qui feraient avancer la colonne de matière du tube d'un pas encore dans la même direction. Cette même cause de destruction de l'équilibre s'exerçant d'une manière continue et pour *toutes* les valeurs de R, il en résulte qu'il s'établirait, de toute nécessité, un courant de matière sidérale, allant vers le centre du Soleil par la branche polaire du tube, et rayonnant de ce centre dans l'espace par la branche équatoriale.

» La gravitation solaire détermine la densité des colonnes gazeuses dans les deux bras du tube également, sans empêcher leur écoulement; au contraire, plus la densité due à la gravitation solaire est élevée, plus l'action de la force centrifuge est considérable sur la colonne de gaz et plus son écoulement est définitivement déterminé à travers ce tube hypothétique.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que ce qui est démontré pour l'espace limité de ce tube est aussi vrai pour toute matière libre qui s'étend du Soleil vers l'espace, suivant des directions polaires et équatoriales, et que l'on doit estimer la quantité de matière ainsi mise en circulation par deux facteurs, sa vitesse tangentielle à l'équateur solaire et l'immensité de l'étendue de cette région équatoriale. En s'écoulant vers l'espace, ce courant se répartirait sur des surfaces de plus en plus étendues, sa section d'écoulement s'agrandirait sans cesse, de manière à éteindre graduellement sa vitesse de rayonnement, à mesure que la densité de sa matière s'approcherait de celle du milieu interstellaire où se meut notre système solaire tout entier, et dans lequel elle finirait par se diffuser et se perdre, comme dans un océan sans limites, dès que son énergie de mouvement, actuelle ou cinétique, se serait convertie en énergie potentielle ou en pression. Cette énergie potentielle ou pression, affectant la matière dans l'espace, sert à engendrer, par une accélération graduelle de matière atténuée et sans cesse renouvelée, le courant gazeux vers les pôles du Soleil, comme dans le cas de notre tube hypothétique.

» C'est la rotation du Soleil qu'il faut considérer comme la puissance dont dérive la permanence de ce courant; mais, si l'on considère que ce courant arrive à la surface du Soleil avec une certaine vitesse, on voit que le Soleil ne doit lui fournir que l'impulsion nécessaire pour effectuer sa déviation ou changer le sens de son mouvement et vaincre les résistances de ses frottements intermoléculaires. La seconde loi de la Thermodynamique, telle que l'ont développée Clausius et Rankine, s'applique au développement de cette action mécanique, en ce sens que son accomplissement doit occasionner une descente d'une certaine quantité de la chaleur solaire d'un potentiel élevé à un potentiel plus bas; mais, comme le travail mécanique

à dépenser, pour l'établissement et la conservation de ce courant, est très faible en comparaison de l'énergie chimique de la dissociation, phénomène auquel la seconde loi de la Thermodynamique ne peut plus s'appliquer, le refroidissement du Soleil correspondant à cette production de travail doit être aussi relativement faible; il se peut qu'il soit compensé par la contraction du Soleil dont Helmholtz a démontré l'immense énergie, ou par la chute de corps planétaires, comme l'ont suggéré Mayer, Waterston et sir William Thomson; cette chaleur peut enfin être restituée, de l'intérieur du Soleil, par des courants de convection.

» Il est intéressant de remarquer que cette action mécanique du Soleil s'accomplit avec la moindre dépense possible de chaleur solaire, puisque la chute de température $t - t_1$ qui caractérise l'économie de toute machine calorique s'y élève à 2930° environ, tandis que la plus haute chute de température dont nous disposions pour nos machines à vapeur ne dépasse guère 130°.

» M. Faye, se référant aux recherches du Dr Spœrer et à ses propres études si importantes sur les déviations irrégulières de la latitude héliocentrique des taches du Soleil, fait remarquer que sir John Herschel s'est trompé en attribuant l'existence de ces taches à un courant solaire équatorial, dû à l'aplatissement polaire de l'atmosphère du Soleil. J'accepte l'opinion de M. Faye, que l'on ne peut guère attribuer qu'un courant équatorial inappréciable à la dépression très faible des pôles du Soleil, mais je crois pouvoir penser que, si sir John Herschel avait eu l'idée de l'existence d'un courant polaire de matière extrêmement raréfiée, prenant naissance à l'extérieur de l'atmosphère du Soleil, les déductions relatives à l'origine des taches auraient été d'accord avec les faits d'observation.

» Nous retrouvons, sur notre Terre, des conditions analogues à celles que mon hypothèse suppose exister sur le Soleil, mais dans un ordre inverse, sous la forme d'un courant équatorial d'air atmosphérique échauffé et détendu. Ce courant équatorial des vents alisés donne naissance, dans nos latitudes, aux cyclones dont l'approche, vers nos côtes de l'ouest, nous est fréquemment signalée par les dépêches d'Amérique. Ces courants tourbillonnaires subissent quelques déviations en traversant l'Atlantique, mais ils suivent nécessairement, en masse et conformément aux lois des tourbillons, une direction vers l'est : si l'on pouvait les observer d'un point de l'espace, ils sembleraient tourner autour de la Terre en vingt-trois heures environ. Le courant que je suppose dans l'atmosphère du Soleil, allant des pôles à l'équateur, y produirait des cyclones marchant dans une direction opposée,

c'est-à-dire paraissant tourner autour du Soleil et dans le même sens que lui en vingt-sept jours au lieu de vingt-cinq. Leurs déviations, dans la latitude héliocentrique, seraient influencées par le courant original dirigé vers l'équateur et par leur propre action de tourbillonnement, dans la lourde atmosphère de vapeurs métalliques du Soleil, action qui les pousserait vers les pôles.

» On me demandera sans doute d'expliquer cette dernière action ; je l'attribue à cette circonstance, qu'un cyclone occupant, par exemple, 1° au 30e degré de latitude, aurait, en avançant latitudinalement, moins de matière à déplacer du côté tourné vers les pôles, où le diamètre du Soleil est plus petit, que du côté de l'équateur où ce diamètre est plus grand. Rencontrant une moindre masse à déplacer dans le petit cercle de son tourbillon tourné vers le pôle et, par conséquent, moins de résistance de ce côté, le cyclone tendra à se diriger vers son pôle. L'importance relative des deux forces agissant sur le cyclone dépendrait de la profondeur à laquelle il plongerait dans les vapeurs métalliques inférieures — ou de la dimension de la tache — et de sa distance angulaire du pôle. Cette pression de tourbillon augmenterait nécessairement avec le degré de sa latitude solaire, ce qui fournirait une explication rationnelle de l'importante observation du Dr Spörer, d'après laquelle les taches situées aux latitudes élevées du Soleil tendraient vers les pôles, tandis que celles qui sont situées dans les régions équatoriales se dirigeraient plus fréquemment vers l'équateur. — Il serait important de savoir si, dans une même latitude, les taches les plus profondes ou les plus étendues ne se dirigent pas plus souvent vers les pôles, et les plus petites ou les moins profondes vers l'équateur.

» Si le ralentissement observé de la photosphère du Soleil provenait d'un brusque transport de matière, d'un rayon solaire à un rayon plus grand, ce ralentissement ne pourrait certainement pas être moindre à l'équateur qu'aux pôles, et il n'y aurait apparemment aucune raison pour que la distribution des taches fût autre, aux pôles et à l'équateur même, que dans les régions intermédiaires.

» En admettant que l'atmosphère inférieure du Soleil fût constituée par des vapeurs métalliques comparativement lourdes et à une température très élevée, les cyclones auraient pour effet d'attirer la matière photosphérique dans la cheminée de leur tourbillon : la dissociation solaire, à laquelle M. Hirn a fait allusion, s'y produirait à coup sûr en donnant lieu, tout d'abord, à une dépression locale de température, produisant une apparence

sombre, puis à une action explosive, occasionnée par une diminution temporaire de pression, à une grande profondeur, à l'intérieur de la masse du Soleil. On verrait aussi apparaître, sur le fond noir de la tache, des courants de vive lumière, partout où la matière dissociée atteindrait, de nouveau, une température suffisamment élevée pour renouveler sa combustion.

» Je suis donc disposé à admettre, avec M. Hirn, qu'il peut se produire, à la surface même du Soleil, des redissociations, mais la production finale de chaleur, due aux courants centripètes et centrifuges que je suppose, doit être déterminée par l'état chimique de la matière de ce courant à son entrée dans la photosphère et à sa sortie, les changements d'état intermédiaires n'ayant d'autre résultat que d'occasionner des perturbations locales, sans affecter la balance finale de cause et d'effet.

M. Hirn formule, contre la validité de mon hypothèse, deux objections distinctes que je vais essayer de réfuter.

» J'admire, comme lui, l'ingéniosité et la grande valeur des recherches de M. Langley « sur la température du Soleil » exposées dans les *Comptes rendus* de l'*American Academy of Arts and Sciences* du mois de mai 1879, bien que je diffère avec lui d'opinion sur quelques-unes des conclusions qu'il déduit de ces recherches. J'accepte entièrement la conclusion de M. Langley que « les déterminations de M. Violle, qui donnent pour la » température de la photosphère le chiffre de 1500° seulement, aboutissent » à un résultat beaucoup trop bas, que l'on peut démontrer que cette tem» pérature, certainement supérieure à 1800°, l'est peut-être de beaucoup. » J'admets de même, avec M. Langley, que l'intensité de la chaleur de radiation du Soleil doit être quelque chose comme 100 fois au moins plus grande que celle du platine en fusion, mais en faisant remarquer qu'il faut bien se garder, comme il le dit lui-même, de croire que cette radiation considérable suppose une température quelconque supérieure à son minimum de 1800°.

» Dans ses expériences de calorimétrie quantitative, M. Langley compare à la photosphère gazeuse une surface brillante et nette de ce métal fondu, sans tenir aucun compte de l'important facteur m de la formule de Dulong et Petit. M. Langley ne cherche pas non plus à établir la loi qui relie la radiation calorifique aux accroissements de températures. Je puis faire remarquer ici que la température de 2800°, à laquelle je suis arrivé par un mode de raisonnement différent, est supérieure de précisément 1000° au minimum de M. Langley, différence complètement suffisante, à mon avis, pour harmoniser ses observations avec les miennes.

» L'opinion de sir William Thomson sur cette question ne saurait manquer d'intéresser tous les physiciens. Voici comment il s'exprime dans un Mémoire récent « sur les mesures photométriques » présenté à la *Philosophical Society* : « En 1878, Rosetti reconnut que la température du » Soleil devait être de 9000° environ, mais la valeur la plus probable que » l'on ait encore assignée à cette température est peut-être celle de 3000° » environ, proposée par le Dr C.-W. Siemens. »

» Je suis parfaitement disposé à admettre, avec M. Hirn, et d'après les recherches de Clausius, que la température d'un foyer de lumière ou de chaleur ne peut jamais excéder celle de la surface dont émane cette énergie rayonnante : il est évident que la température produite au foyer d'un miroir parabolique dirigé vers le disque du Soleil ne peut pas dépasser la température du Soleil, mais je maintiens qu'elle peut en approcher beaucoup plus que M. Hirn ne paraît disposé à l'admettre, pourvu que le miroir soit construit avec beaucoup de soin, suffisamment grand et placé à une grande hauteur. C'est une question qui a considérablement attiré mon attention, et j'ai, il y a quelques années, monté un héliostat muni d'un excellent miroir parabolique argenté, de $0^m,18$ de diamètre, à ma maison de campagne de Tunbridge Wells, située à une hauteur de 160^m environ au-dessus de la mer. Le principal objet que j'avais en vue était de voir si l'on pouvait produire la dissociation au foyer de ce miroir : la température y était telle qu'une pointe de charbon, poussée par un trou au sommet du paraboloïde du miroir, devenait tout à coup vivement lumineuse dès qu'elle arrivait au foyer, mais pas plus qu'elle ne l'eût été dans un arc électrique de faible puissance.

» Une de mes expériences consista à faire arriver une flamme de gaz ordinaire au foyer du miroir, quand les rayons du Soleil y produisaient un effet suffisant pour retarder, sans la suspendre, la combustion du gaz; l'effet produit fut, en réalité, semblable à celui que l'on observe dans mes fours à régénérateur de chaleur, employés pour la fabrication de l'acier doux ou du fer fondu. Dans ces fours le métal atteint, à peu de chose près, la même température que dans le convertisseur Bessemer, tandis que la partie supérieure du réverbère, au-dessus du bain de métal, atteint une température beaucoup plus élevée, parce que la chaleur de la flamme est communiquée au métal à travers une couche épaisse de scories. Il est intéressant d'observer que, quand un pareil four a été porté à sa plus haute température, la flamme y présente une coloration franchement bleuâtre et la combustion s'y trouve considérablement ralentie par un état partiel de dissociation. Les parois

du four, en pure silice, atteignent nécessairement presque la même température que la flamme; cependant, dès que l'on ouvre la porte du four en fermant du même coup l'admission du gaz, il se manifeste immédiatement une diminution extraordinaire de l'énergie rayonnante, qui indique combien l'atmosphère gazeuse incandescente est supérieure en puissance de rayonnement à la substance réfractaire.

» Je n'ai pu obtenir des effets calorifiques supérieurs à ceux de mes fours régénérateurs à gaz que par le moyen de mon foyer électrique, dont M. Dumas a vu le fonctionnement à l'Exposition d'Electricité de Paris et sur lequel je crois intéressant d'attirer l'attention de l'Académie. A l'aide d'un courant de 250 à 300 ampères, j'ai réussi à fondre 4^{kg} de platine en un quart d'heure, en commençant l'opération avec un creuset froid; désireux de pousser plus loin l'expérience en matière de fusion électrique, j'obtins le concours de mon ami le professeur Huntington, dans une série de recherches dont les résultats ont été communiqués à la section de Chimie de l'Association britannique, au meeting de Southampton, en août dernier, et publiés dans l'*Engineer* du 8 septembre, dont j'ai l'honneur d'adresser un exemplaire à l'Académie [1].

» La difficulté d'appliquer ce foyer aux opérations pratiques de la métallurgie provenait principalement de ce que, pendant la fusion, une grande partie du métal ou de la matière soumise à son traitement se volatilisait et s'échappait, avec une grande violence, à travers les plus petites crevasses de le chambre close du fourneau. C'est ainsi que, dans une expérience, un poids de 340^{gr} de cuivre ne laissa plus au fond du creuset que 21^{gr}, après un traitement d'une demi-heure; le reste remplissait la salle, sous la forme d'une vapeur épaisse et difficile à condenser. La température du foyer était pratiquement limitée, dans ces expériences, par le point où même les matières les plus réfractaires, telles que le tungstène, passent à l'état gazeux : de ce que la volatilisation des métaux se produisait avant leur fusion complète, j'en ai conclu que leur température de vaporisation n'est pas supérieure de beaucoup à leur point de fusion.

» En ce qui concerne la résistance de frottement des milieux très raréfiés, M. Hirn considère comme nécessaire de s'en tenir à cette densité infiniment faible de $0^{kg},000\,000\,000\,000\,000\,1$, mentionnée dans sa Commu-

---

[1] On trouvera une analyse de ce Mémoire dans le journal *La Lumière électrique* du 2 décembre 1882 et une description complète des creusets électriques dans ma brochure *Le gaz et l'électricité comme agents de chauffage*, publiée dans les *Actualités scientifiques* de M. Gauthier-Villars.

nication précédente. Ce degré d'atténuation si considérable suffirait encore à la réalisation de mon hypothèse, pourvu qu'il s'étendît à une distance du Soleil égale à celle de Neptune ou d'Uranus; mais j'espère démontrer bientôt, d'une façon plus complète, que la résistance opposée au mouvement des planètes par ce milieu même serait, si on la calculait au moyen des formules ordinairement appliquées dans la Balistique, infiniment supérieure à la résistance réelle d'un milieu libre et indéfini. M. Froude n'a pas nié, et je suis loin de le méconnaître, la grande résistance de frottement que doit rencontrer dans l'air un projectile de faibles dimensions, ou les météorites qui pénètrent dans notre atmosphère, avec une vitesse considérablement accélérée par l'attraction terrestre, pendant qu'elles se rapprochent de notre planète; mais il résulte à la fois de la théorie des lignes de courant de Froude, et de mes propres observations sur les plaques d'anémomètres de grandes et de petites surfaces, que la résistance opposée, par un milieu indéfini et libre, au passage d'un corps de grand volume ou de grande surface, augmente bien plutôt proportionnellement au développement de son contour qu'à sa surface. Je puis ajouter que les observations les plus récentes de MM. Fowler et Bower, au *Frith of Forth*, confirment celles que j'ai mentionnées dans ma dernière Communication. J'espère être bientôt en mesure de présenter quelques preuves expérimentales de la validité de mes hypothèses, au moyen d'un appareil actuellement en construction. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode pour photographier la couronne dans une éclipse de Soleil.* Note de M. **W. Huggins.**

« Il n'est pas nécessaire d'insister sur la grande importance que présenterait, pour l'avancement de la science solaire, la possibilité de photographier la couronne, jour par jour, et ainsi d'être à même de confronter les changements continuels qui s'y produisent, avec les autres phénomènes qui sont soumis à des variations. Comme la lumière de la couronne donne généralement un spectre continu, la méthode spectroscopique, employée pour l'observation des protubérances, ne peut ici être appliquée.

» La photographie du spectre de la couronne, prise en Égypte le 17 mai dernier, avec un spectroscope à fente, nous montre que la couronne est très intense dans la partie du spectre comprise entre G et H. Près de H, cette lumière commence à s'affaiblir très rapidement.

» Si l'on pouvait, au moyen d'écrans, de verres colorés, ou de solutions chimiques, isoler cette partie du spectre, la lumière de la couronne serait peut-être assez intense, par rapport à l'éclat de l'atmosphère terrestre, pour faire que les points du ciel immédiatement voisins de la couronne fussent sensiblement plus brillants que les autres parties, où l'éclat terrestre existe seul. Mais, dans les conditions de climat de notre pays, il est évident que la lumière de la couronne ne peut ajouter que très peu à l'éclat de l'atmosphère, qui est presque toujours très intense près du Soleil.

» L'œil peut bien apercevoir la partie du spectre comprise entre G et H, mais il n'a pas, pour des nuances d'illuminations très peu différentes entre elles, une sensibilité aussi grande que celle qu'il possède pour la lumière des parties plus moyennes du spectre.

» Des expériences de laboratoire m'ont montré que, par la photographie, on peut accentuer, pour ainsi dire, les très petites différences d'illumination qui se produisent sur une surface blanche, comme celle d'une feuille de papier, et les rendre, dans les clichés, plus visibles qu'elles ne le sont lorsque l'on regarde le papier à l'œil. Il faut aussi prendre en considération que la couronne est très complexe, quant à sa forme, et présente une multiplicité de nuances d'illumination difficile à représenter correctement, tandis que, par la photographie, on peut obtenir, avec une exposition instantanée, une représentation complète où tous ces détails sont minutieusement reproduits.

» C'est pour ces raisons que j'ai eu recours à la photographie; il serait possible, cependant, que, dans des conditions plus favorables de climat et d'élévation, on parvînt à distinguer la couronne directement, à la vue.

» Pour isoler la partie du spectre comprise entre G et H, je me suis servi d'abord de plaques de verre violet; puis d'une forte dissolution de manganate potassique, contenue dans une auge étroite limitée par des faces de verre planes et polies. Ces écrans isolants sont placés immédiatement avant la couche sensible, pour éviter autant que possible les aberrations optiques. Sur le revers des plaques, il faut étendre une solution d'asphalte dans le benzol.

» Mes premiers essais ont été faits avec des lentilles photographiques, mais les défauts des instruments se manifestèrent toujours, avec un objet aussi brillant que le Soleil, par des résultats peu satisfaisants sur les plaques.

» J'ai eu recours alors à un télescope de Newton; le miroir avait un diamètre de 6 pouces ($0^{m},16$); mais il était réduit, dans mes expériences, à 3 pouces ($0^{m},08$); la distance focale était de $3\frac{1}{2}$ pieds ($1^{m},13$). Cet instru-

ment donne une image photographique du Soleil très nette et sans aucun défaut sensible.

» Lorsque l'exposition est très rapide, on peut voir, autour du Soleil, dans des conditions d'illumination convenables, la couronne intérieure, qui est plus régulière de forme que la couronne extérieure, et présente une étendue d'environ un quart du diamètre solaire en dedans du bord de l'image du Soleil.

» Une exposition un peu moins rapide produit un renversement de l'image photographique du Soleil; la couronne intérieure se perd dans la couronne extérieure et celle-ci apparaît noire, comme dans une épreuve négative.

» Si l'exposition est encore un peu plus longue, le renversement se produit à la fois pour l'image solaire et la couronne, mais non pas dans les parties de la plaque voisines de celles où existe la lumière atmosphérique seule. Dès lors, la plaque représente la couronne en blanc, comme dans une épreuve positive; mais elle représente en noir les points où l'éclat atmosphérique existe seul. On peut tracer facilement les rayons rectilignes, les rayons courbés et les autres formes variées qui caractérisent la couronne.

» J'ai pu prendre une vingtaine de plaques entre le mois de juin et la fin de septembre. La comparaison de ces plaques avec les clichés pris en Égypte par M. le Professeur Scheester ne permet pas de douter que l'apparence obtenue sur mes plaques soit bien celle de la couronne. On peut même reconnaître, sur une plaque prise le 28 septembre, quelques grands rayons; un groupe de trois rayons et quelques rayons courbés, qui sont essentiellement les mêmes, pour la forme et pour la position, que les rayons reproduits sur le cliché pris le 17 mai pendant l'éclipse de Soleil.

» M. le capitaine R.-E. Abney m'autorise à dire qu'il a comparé très soigneusement mes plaques avec celles qui avaient été prises pendant l'éclipse de mai.

» Il ne doute pas que j'aie réussi, par la méthode que je viens de décrire, à photographier la couronne en tout temps, sans qu'il soit nécessaire d'attendre une éclipse qui n'a lieu qu'une quinzaine de fois par siècle. Ma méthode permettrait, surtout dans un meilleur climat que le nôtre et à une élévation considérable, d'étudier jour par jour ce phénomène variable, qui est d'une si haute importance pour l'avancement de nos connaissances sur le Soleil. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les cercles géodésiques*. Note de M. G. DARBOUX.

« Considérons sur une surface les courbes fermées qui limitent une aire de grandeur donnée. On sait que celle d'entre elles qui a la plus petite longueur doit avoir sa courbure géodésique constante en chaque point. Je donnerai, avec le plus grand nombre des géomètres, le nom de *cercles géodésiques* aux courbes, fermées ou non, jouissant de la propriété d'avoir leur courbure géodésique constante. Elles satisfont, comme on sait, à une équation différentielle du second ordre. Je me propose d'établir, dans cette Communication, qu'on peut appliquer à l'étude de cette équation différentielle les méthodes qui ont été employées par Jacobi pour la détermination des lignes géodésiques.

» Considérons une surface quelconque, et supposons, pour plus de simplicité, que l'on rapporte ses points à des coordonnées curvilignes rectangulaires. Le carré de l'élément linéaire aura la forme suivante :

$$ds^2 = A^2\,du^2 + C^2\,dv^2,$$

et l'aire d'une courbe tracée sur la surface sera représentée par l'intégrale double

$$\iint AC\,du\,dv.$$

» Je détermine d'une manière quelconque deux fonctions θ, σ satisfaisant à l'équation

$$\frac{\partial\theta}{\partial v} - \frac{\partial\sigma}{\partial u} = AC.$$

L'intégrale double précédente pourra être remplacée par l'intégrale simple

$$-\int \theta\,du + \sigma\,dv,$$

étendue au contour de l'aire. On sait alors, d'après les principes du Calcul des variations, que les cercles géodésiques sont les courbes qui annulent la variation première de l'intégrale

$$\int \sqrt{A^2\,du^2 + C^2\,dv^2} - k(\theta\,du + \sigma\,dv),$$

où k désigne une constante arbitraire.

» Il suffit maintenant d'appliquer un théorème général de Jacobi pour obtenir la proposition suivante :

» *V désignant une fonction des deux variables u, v, on formera l'équation aux dérivées partielles*

$$\frac{\left(\frac{\partial V}{du} - k\theta\right)^2}{A^2} + \frac{\left(\frac{\partial V}{\partial v} - k\sigma\right)^2}{C^2} = 1.$$

» *Supposons que l'on en connaisse une solution quelconque, contenant une arbitraire α. L'équation finie des cercles géodésiques sera*

$$\frac{\partial V}{\partial \alpha} = \beta,$$

β désignant une autre constante. On voit que cette équation contient les trois arbitraires α, β, k.

» *De plus, la tangente en chaque point du cercle géodésique sera définie par les deux équations*

$$A^2 \frac{du}{ds} = k\theta + \frac{\partial V}{du}, \quad C^2 \frac{dv}{ds} = k\sigma + \frac{\partial V}{\partial v}.$$

» Appliquons d'abord cette méthode générale aux surfaces de révolution. On aura alors

$$A = 1, \quad C = \varphi'(u), \quad \sigma = -\varphi(u), \quad \theta = 0.$$

L'équation à intégrer devient

$$\frac{\left(\frac{\partial V}{\partial u}\right)^2 + \left[\frac{\partial V}{\partial v} + k\varphi(u)\right]^2}{\varphi'^2(u)} = 1.$$

Elle admet l'intégrale particulière

$$V = \alpha v + \int \frac{du}{\varphi'(u)} \sqrt{\varphi'^2(u) - [\alpha + k\varphi(u)]^2},$$

et l'équation finie des cercles géodésiques est

$$v = \int \frac{du[\alpha + k\varphi'(u)]}{\varphi'(u)\sqrt{\varphi'^2(u) - [\alpha + k\varphi(u)]^2}}.$$

Il serait aisé de l'obtenir aussi en intégrant directement l'équation différentielle du second ordre des cercles géodésiques.

» J'examinerai en second lieu les surfaces qui ont d'abord été étudiées

par M. Maurice Lévy et qui jouissent de propriétés analogues à celles de la spirale logarithmique. L'élément linéaire de ces surfaces a pour expression

$$ds^2 = e^{2v}[du^2 + \varphi'^2(u)dv^2].$$

Ici l'on a

$$A = e^v, \quad C = e^v\varphi', \quad \theta = 0, \quad \sigma = -e^v\varphi(u).$$

L'équation aux dérivées partielles devient

$$\left(\frac{\partial V}{\partial u}\right)^2 e^{-2v} + \left[\frac{\left(\frac{\partial V}{\partial v}\right)e^{-v} + k\varphi(u)}{\varphi'(u)}\right]^2 = 1.$$

Si l'on pose $V = e^v U$, U ne dépendant que de u, on aura l'équation du premier ordre

$$\left(\frac{dU}{du}\right)^2 + \left[\frac{U + k\varphi(u)}{\varphi'(u)}\right]^2 = 1.$$

La solution est ramenée à l'intégration complète de cette équation du premier ordre.

» J'aurai, si l'Académie veut bien le permettre, à revenir sur ce sujet et à présenter quelques remarques essentielles sur le problème du Calcul des variations qui a donné naissance à la théorie des cercles géodésiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques des équations différentielles linéaires à coefficients rationnels.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Hermite.

« Lorsqu'une équation différentielle linéaire Y d'ordre p, à coefficients rationnels, possède un système fondamental d'intégrales dont tous les termes sont racines d'une équation algébrique H, à coefficients rationnels et irréductible, il existera, entre les m racines de H, n et seulement n équations linéaires, homogènes, à coefficients constants (n désignant la différence $m - p$ entre le degré m de H et l'ordre p de Y).

» On voit sans peine qu'une substitution quelconque s du groupe G de H équivaut à une substitution linéaire σ effectuée entre les n premiers membres des équations linéaires homogènes à coefficients constants, mentionnées plus haut. Le groupe Γ dérivé des substitutions σ est l'un des groupes d'ordre fini contenus dans le groupe linéaire à n variables. Les groupes G et Γ sont évidemment isomorphes; à l'aide des propositions que divers géomètres, notamment M. Jordan, ont fait connaître au sujet des groupes

linéaires Γ d'ordre fini, il est possible de déterminer la nature du groupe G, et par suite celle des intégrales de Y.

» I. Si m est un nombre premier, les groupes G et Γ sont isomorphes sans hémiédrie, et l'équation H est une équation de Galois. L'équation différentielle possède un système fondamental, dont toutes les intégrales sont de la forme $\sqrt[m]{u}$, les u étant ϖ à ϖ racines d'une même équation algébrique de degré ϖ, à coefficients rationnels, irréductible et abélienne. L'entier ϖ est : 1° un diviseur de $m-1$ et de n si Y possède une intégrale rationnelle, 2° un diviseur de $m-1$ et de $n-1$ si Y est dépourvu d'intégrale rationnelle.

» Le théorème ne souffre pas d'exceptions pour $n \leq 3$; si $n > 3$, il existe pour chaque valeur de n une limite Λ, telle que si $m > \Lambda$, le théorème s'applique de plein droit.

» II. Si m est un nombre composé quelconque, $m = \mathrm{ML}$, les groupes G et Γ peuvent être isomorphes avec hémiédrie; plusieurs substitutions de G peuvent correspondre à une substitution de Γ. Lorsque cela a lieu, H résulte de l'élimination de ζ entre les deux équations

$$(1) \quad \eta^{\mathrm{M}} + \mathrm{A}_1(\zeta, x)\eta^{\mathrm{M}-1} + \ldots = 0 \quad \text{et (Z)} \quad \zeta^{\mathrm{L}} + \mathrm{B}_1(x)\zeta^{\mathrm{L}-1} + \ldots = 0.$$

$\mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{B}_1, \ldots$ désignent des fonctions rationnelles, et x la variable indépendante. Le groupe G′ de (Z) est isomorphe à Γ sans hémiédrie.

» On a forcément $\mathrm{L} \geq n$; si $\mathrm{L} = n$, les deux équations (1) prennent la orme

$$\eta^{\mathrm{M}} + \mathrm{A}_2(\zeta, x)\eta^{\mathrm{M}-2} + \ldots = 0 \quad \text{et} \quad \zeta^{n} + \mathrm{B}_1(x)\zeta^{n-1} + \ldots = 0;$$

elles ne sont pas autrement définies.

» Lorsque $\mathrm{L} > n$, on peut toujours former une équation à coefficients rationnels et irréductible (Ξ), qui jouira des propriétés suivantes : 1° les L racines $\xi_0, \ldots, \xi_{\mathrm{L}-1}$ de Ξ sont des intégrales de Y, et $\mathrm{L} - n$ de ces intégrales seront linéairement indépendantes; 2° le groupe G de (Ξ) est isomorphe à Γ sans hémiédrie; 3° l'équation (Ξ) devient abélienne, par la résolution d'une équation auxiliaire Φ, dont l'ordre et le degré ne dépendent que de n. L'équation (Z) définie plus haut jouit de cette même propriété.

» L'application de la méthode générale aux cas $n = 1, 2, 3$ donne lieu aux remarques suivantes :

» $n = 1$. — Les L racines de (Ξ) sont de la forme $\sqrt[\lambda]{u}$, λ étant un diviseur de L, et u une quantité rationnelle.

» $n = 2$. — 1° L'équation auxiliaire Φ définie comme plus haut a pour degré 1 ou 2; 2° toutes les L racines de (Ξ) sont de la forme $\sqrt[\lambda]{u}$, où λ est un diviseur de L, et u une fonction rationnelle des racines d'une équation à coefficients rationnels et irréductibles ν. Cette équation ν a pour degrés 4 ou 5; si le degré de ν est 5, le discriminant de ν est carré. Les deux cas principaux de l'hypothèse $n = 2$ se retrouvent pour $n = 3$.

» $n = 3$. — 1° L'équation Φ a pour degré 1, 2, 3, 4 ou 5; si le degré de Φ est 5, le discriminant est carré; 2° l'équation ν définie comme pour $n = 2$ a l'une des formes suivantes :

» (α) ν est du cinquième degré et à discriminant carré;

» (β) ν a pour degré 7, et se réduit à une équation de Galois, après la résolution d'une équation du second degré;

» (γ) ν est une équation hessienne du neuvième degré.

» Le cas particulier où m est premier et $n < 4$ avait déjà été traité par moi dans une Thèse présentée, en juillet 1882, à la Faculté des Sciences de Paris. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une Communication de M.* de Jonquières *relative aux nombres premiers* [1]. Note de M. **R. Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Pour une valeur positive entière quelconque μ, désignons par a_μ, b_μ, ..., f_μ les nombres premiers non supérieurs à $n^{\frac{1}{\mu}}$; par p_μ, q_μ, ..., s_μ les nombres premiers supérieurs à $n^{\frac{1}{\mu}}$ et non supérieurs à n. D'après cela, les termes de la série à gauche de (I) seront partagés en deux parties, dont la première contient comme dénominateurs de n l'unité et toutes les combinaisons faites sans répétition des nombres a_μ, b_μ, ..., f_μ, tandis que la seconde contient tous les termes restants. Pour embrasser du même coup d'œil les unes et les autres, on peut former, pour les nombres de la première sorte, le produit $(1 - a_\mu)(1 - b_\mu)\ldots(1 - f_\mu)$, dont le développement donne tous les nombres requis, affectés du signe propre au terme respec-

[1] *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1344; 1882.

tif de la série (I). Les nombres de la seconde sorte sont représentés en y joignant le produit des facteurs $(1-p_\mu)$, ..., $(1-s_\mu)$. Mais, parce que les nombres exigés sont tels qu'ils ne surpassent pas la limite n, et qu'un produit de μ des nombres p_μ, q_μ, ..., s_μ surpassera cette limite nécessairement, on conçoit que les combinaisons valables sont tout au plus du degré $\mu-1$ par rapport aux p_μ, q_μ, ..., s_μ. Or, en dénotant les fonctions symétriques qui entrent dans le développement du produit mentionné comme il suit,

$$\Sigma p_\mu = A_1, \quad \Sigma p_\mu q_\mu = A_2, \quad \ldots,$$

les nombres de la seconde sorte sont représentés avec les signes des termes correspondants de la série (I) par le développement de l'expression

$$(1-a_\mu)(1-b_\mu)\ldots(1-f_\mu)[-A_1+A_2\mp\ldots+(-1)^{\mu-1}A_{\mu-1}].$$

» Cela étant, on peut se servir derechef du théorème (I) pour exprimer la somme d'une suite de termes de la seconde partie de la série (I). Soit k_α un nombre composé de α nombres différents pris dans les groupes p_μ, q_μ, ..., s_μ. Alors la somme

$$\left[\frac{n}{1.k_\alpha}\right]-\left[\frac{n}{2.k_\alpha}\right]-\left[\frac{n}{3.k_\alpha}\right]\pm\ldots,$$

continuée tant que les dénominateurs ne surpassent pas la valeur n, acquiert la valeur de l'unité. A cet effet, la série des nombres $1, -2, -3, \ldots,$ employés comme facteurs de k_α, est complètement représentée par le tableau

$$(1-a_\mu)(1-b_\mu)\ldots(1-f_\mu)[1-A_1+A_2\mp\ldots+(-1)^{\mu-1}A_{\mu-\alpha-1}],$$

vu que le nombre k_α, multiplié par $\mu-\alpha$ facteurs pris du groupe p_μ, q_μ, ..., s_μ surpassera nécessairement la valeur n. Partant, essayons de déterminer des fonctions B_α entières et symétriques du degré α des nombres p_μ, q_μ, ..., s_μ de manière à vérifier l'équation

$$\begin{aligned}(1-a_\mu)\ldots(1-f_\mu)&[-A_1+A_2\mp\ldots+(-1)^{\mu-1}A_{\mu-1}]\\ =(1-a_\mu)\ldots(1-f_\mu)&[-B_1(1-A_1\pm\ldots+(-1)^{\mu-2}A_{\mu-2}]\\ &-B_2[1-A_1\pm\ldots+(-1)^{\mu-3}A_{\mu-3}-\ldots-B_{\mu-1}].\end{aligned}$$

» Le produit $(1-a_\mu)\ldots(1-f_\mu)$ ôté, en ayant égard aux degrés respectifs

des fonctions, on trouve le système d'équations récurrentes

$$
\begin{aligned}
&A_1 = B_1,\\
&A_2 = -B_2 + B_1 A_1,\\
&A_3 = B_3 - B_2 A_1 + B_1 A_2,\\
&\dots\dots\dots\dots\dots\dots,\\
&A_{\mu-1} = (-1)^{\mu-1} B_{\mu-1} + (-1)^{\mu-2} B_{\mu-2} A_1 \pm \dots + B_1 A_{\mu-2}.
\end{aligned}
$$

» Voilà le système qui détermine les coefficients du développement de l'expression algébrique

$$\frac{z^\lambda}{z^\lambda - A_1 z^{\lambda-1} + A_2 z^{\lambda-2} \mp \dots + (-1)^\lambda A\lambda} - 1,$$

où λ dénote le nombre exprimant ce qu'il y a de nombres $p_\mu, q_\mu, \dots, s_\mu$; le développement fait suivant les puissances négatives de la variable z produit la série

$$\frac{B_1}{z} + \frac{B_2}{z^2} + \frac{B_3}{z^3} + \dots.$$

» Or l'expression algébrique étant égale à la suivante

$$\frac{z^\lambda}{(z-p_\mu)(z-q_\mu)\dots(z-s_\mu)} - 1,$$

la multiplication des facteurs $\frac{z}{z-p_\mu} = 1 + \frac{p_\mu}{z} + \frac{p_\mu^2}{z^2} + \dots$ fait voir que B_1 est égal à la somme des nombres premiers $p_\mu, q_\mu, \dots, s_\mu$; B_2, égal à la somme de toutes les combinaisons prises à deux avec répétition, et ainsi de suite. Par là on conclut que la seconde partie de la série (I) devient maintenant égale à une somme d'unités négatives, dont le nombre mesure celui de tous les nombres contenus dans les sommes introduites $B_1, B_2, \dots, B_{\mu-1}$. Mais ce sont tous les nombres $P_\mu, Q_\mu, \dots$, qui ont la propriété d'être formés exclusivement des nombres premiers $p_\mu, q_\mu, \dots, s_\mu$, et de ne pas surpasser la quantité n. Si leur nombre est désigné par $L_\mu(n)$, c'est ainsi que l'on parvient à l'équation générale

$$\text{(V)} \qquad \left(\left[\frac{n}{1}\right] - \left[\frac{n}{2}\right] - \left[\frac{n}{3}\right] \mp \dots\right)_{a_\mu, b_\mu, \dots, f_\mu} = 1 + L_\mu(n).$$

» En appliquant des procédés pareils aux trois équations (II), on en

conclut les trois équations correspondantes (VI)

$$\left\{F(n) - F\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - F\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots\right\}_{a_\mu, b_\mu, \ldots, f_\mu} = n + \left[\frac{n}{P_\mu}\right] + \left[\frac{n}{Q_\mu}\right] + \cdots;$$

$$\left\{G(n) - 2G\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - 3G\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots\right\}_{a_\mu, b_\mu, \ldots, f_\mu} = n + P_\mu\left[\frac{n}{P_\mu}\right] + Q_\mu\left[\frac{n}{Q_\mu}\right] + \cdots,$$

$$\left\{D(n) - D\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - D\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots\right\}_{a_\mu, b_\mu, \ldots, f_\mu} = \Phi(n) + \Phi\left(\left[\frac{n}{P_\mu}\right]\right) + \Phi\left(\left[\frac{n}{Q_\mu}\right]\right) + \cdots.$$

» Chacune de ces quatre équations comprend un cycle de théorèmes arithmétiques que l'on parcourt en commençant par la valeur $\mu = 2$ et en terminant par la valeur de μ la plus petite, telle que 2^μ soit plus grand que n. En passant d'une valeur quelconque de μ à la valeur $\mu + 1$, l'ensemble des nombres premiers $p_\mu, q_\mu, \ldots, f_\mu$ croîtra s'il change de valeur en passant à l'ensemble des nombres $p_{\mu+1}, q_{\mu+1}, \ldots, f_{\mu+1}$, s'il ne reste pas invarié; en conséquence, l'ensemble des nombres P_μ, Q_μ, ..., croîtra de même en passant à l'ensemble des nombres $P_{\mu+1}$, $Q_{\mu+1}$, ..., s'il change de valeur. Donc la série à droite dans chacune des équations (V) et (VI), qui est composée exclusivement de termes positifs, reçoit un accroissement ou reste invariable chaque fois que l'on passe d'une valeur μ à la valeur, qui est plus grande de l'unité $\mu + 1$, et la série à gauche reçoit une altération correspondante. Enfin reste à gauche le seul terme premier, et l'on trouve à droite, dans le cas du théorème (V), l'équation identique $n = n$; par contre, dans le cas des trois théorèmes (VI), reparaissent les théorèmes

$$F(n) = n + \left[\frac{n}{2}\right] + \left[\frac{n}{3}\right] + \cdots,$$

$$G(n) = n + 2\left[\frac{n}{2}\right] + 3\left[\frac{n}{3}\right] + \cdots,$$

$$D(n) = \Phi(n) + \Phi\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) + \Phi\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) + \cdots,$$

donnés par Dirichlet, dont la réversion a conduit aux théorèmes (II). De cette manière les cycles des théorèmes exposés sont fermés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques au sujet d'une Note de M.* Hugoniot, *sur le développement des fonctions en séries d'autres fonctions.* Note de M. **P. du Bois-Reymond.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« .... Je viens de lire dans les *Comptes rendus* (tome XCV, p. 907, 20 novembre 1882) une Note de M. Hugoniot, où cet auteur est conduit

à ce théorème, que la série $A_0Z_0 + A_1Z_1 + A_2Z_2 + \ldots$ est toujours convergente entre les limites α et β de x, pourvu que l'on ait

$$\int_\alpha^\beta Z_k Z_{k'}\,dx = 0, \quad A_k B_k = \int_\alpha^\beta Z_k \varphi(x)\,dx, \quad B_k = \int_\alpha^\beta Z_k^2\,dx,$$

$\varphi(x)$ ne devenant pas infinie entre les limites α et β.

» Puisque l'on connaît de nombreux cas de divergence de la série susdite, le théorème en question n'existe pas. L'erreur de raisonnement à laquelle il est dû revient à confondre une valeur quelconque *finie* de l'entier n dans la somme $A_0Z_0 + \ldots + A_nZ_n$ avec n *infini*, erreur qui a déjà été relevée pour ce genre de formules par M. Harnack (*Ann. de Leipzig*, p. 524). »

HYDRODYNAMIQUE. — *L'huile agit-elle sur la houle ou sur le brisant?* Note de M. **G. Van der Mensbrugghe.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 décembre dernier, M. l'amiral Bourgois déclare que les résultats pratiques pouvant découler de l'influence exercée par l'huile sur les vagues de la mer sont l'objet de doutes sérieux, que les dernières expériences de M. Shields n'ont pas complètement dissipés : « car, dit l'auteur, il y a une distinction à établir » entre les deux phénomènes dont la superposition constitue la vague ou » la lame. Aucun des faits récemment cités ne paraît prouver une action » sensible de l'huile répandue à la surface de la mer sur ces ondulations » (celles de la houle), et peut-être eût-il été prudent d'attendre que » l'expérience ait montré la réalité de cette action, avant de chercher à » l'expliquer par le calcul. »

» Comme j'ai proposé récemment une explication théorique de l'influence mystérieuse de l'huile pour calmer l'agitation de la mer, je tiens à remercier M. l'amiral Bourgois de m'avoir fourni l'occasion de préciser une fois de plus celui des deux phénomènes, la *houle* ou le *brisant*, qui subit, selon moi, l'influence en question.

» Ainsi que je l'ai montré par des faits nombreux et incontestables, dans mon Travail lu le 8 août dernier à l'Académie royale de Belgique, le vent produit, dans les couches superficielles de la mer, un mouvement horizontal de translation, lequel, étant suffisamment prolongé, peut se communiquer à des couches de plus en plus profondes et propager au loin des ondulations parfois très prononcées. Voilà pourquoi on constate souvent, à de

grandes distances des parages où a soufflé le vent, des vagues non accompagnées d'un déplacement sensible dans le sens horizontal, vagues constituant la houle.

» L'huile exerce-t-elle une influence sensible sur la houle? Tout me porte à croire qu'elle n'en exerce aucune, si ce n'est dans le voisinage des hauts-fonds, des côtes, partout enfin où les couches superficielles peuvent glisser les unes sur les autres, et dès lors déferler comme les vagues produites directement par l'action du vent. Aussi, dans le travail cité plus haut, n'ai-je appliqué ma théorie qu'à deux cas bien distincts, celui où la surface de la mer, d'abord calme et couverte d'une mince couche d'huile, se trouve ensuite soumise au souffle du vent, et celui où les vagues déferlent. Dans le premier cas, la formation des grosses vagues est rendue impossible par la présence de la mince couche huileuse; quant au second, j'essaye de montrer, par un calcul très simple, que cette couche fait naître une grande résistance à la base du brisant, et oblige ainsi la crête de s'allonger et de s'abattre très rapidement, sans produire les coups de mer parfois terribles.

» Je remercie également M. l'amiral Bourgois, au sujet de la preuve tirée de la phosphorescence des eaux tropicales; seulement, j'attribue le calme relatif des portions phosphorescentes, non pas à une augmentation de cohésion de l'eau, mais simplement à ce que les innombrables animalcules flottants mettent obstacle au glissement des couches superficielles des eaux les unes sur les autres; voilà pourquoi, je pense, on n'observe pas de *brisants* dans ces parages.

» Je termine en déclarant qu'il serait très utile de faire partout des expériences de vérification; assurément le but à atteindre est assez important, puisque la société tout entière est intéressée à la réussite des essais que l'on tentera; si je n'en ai pas fait moi-même, c'est que j'en ai été empêché par la nature et la multiplicité de mes occupations. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Décomposition de l'acide formique par l'effluve.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« On ne sait encore rien de précis sur le mode de décomposition des corps ternaires par l'effluve électrique. J'ai entrepris cette étude, en partant des composés les plus simples de la Chimie organique; je ne rapporterai ici que ce qui est relatif à l'acide formique, dont la décomposition s'effectue sans produire de polymères résineux, si fréquents dans tous les autres cas.

» L'appareil employé se composait d'un tube à effluves de M. Berthelot, contenant 10^{gr} à 15^{gr} d'acide formique monohydraté, et relié par des tubes en plomb, d'une part à la trompe, de l'autre à un manomètre à mercure.

» Aussitôt qu'on met la bobine en marche, après avoir fait le vide dans tout l'appareil, on voit le mercure du manomètre s'abaisser, avec une vitesse peu à peu décroissante. Au début de l'expérience, on voit souvent le mercure s'élever de $0^m,001$ à $0^m,002$, ce qui tient à ce que la vapeur d'eau donne avec l'acide formique un hydrate peu volatil, mais bientôt le mercure redescend et d'une façon régulière. Il se produit donc des gaz, pendant l'action de l'effluve sur l'acide formique gazeux. Si l'on fait fonctionner la trompe en même temps que la bobine, on peut, par un réglage convenable du robinet d'écoulement du mercure, maintenir le manomètre à un niveau constant, dont la hauteur peut servir à mesurer la tension des gaz émis pendant la décomposition; ces gaz sont recueillis au fur et à mesure de leur mise en liberté, et, après une demi-heure d'expérience, on en a généralement assez pour pouvoir les soumettre à l'analyse.

» Avec tous les liquides que j'ai essayés jusqu'ici (alcools et acides de la série grasse), on trouve que la composition des gaz varie avec la tension intérieure, c'est-à-dire avec la vitesse d'écoulement du mercure dans la trompe : il me semble rigoureux d'en conclure que les réactions produites par l'effluve sont complexes, et que, aucun phénomène n'étant instantané, les produits de réactions secondaires doivent se rencontrer surtout dans les gaz recueillis à forte pression, alors qu'ils ont séjourné plus longtemps dans l'appareil à effluves.

» Cette disposition permet donc de distinguer les unes des autres les réactions initiales et les réactions secondaires, toujours superposées dans les phénomènes dus aux manifestations électriques. Je ferai remarquer en passant que, dans mes expériences, les fortes pressions n'ont pas dépassé 100^{mm} de mercure; au-dessus de cette valeur, en effet, l'effluve est presque toujours remplacée par des étincelles, dont l'action n'est plus comparable à celle du premier mode de décharge.

» Voici les résultats obtenus dans le cas de l'acide formique :

	Pression des gaz intérieurs				
	2^{mm} à 3^{mm}	10^{mm}	20^{mm}	30^{mm}	100^{mm}
Acide carbonique	28,4	30,8	31,7	35,5	38,5
Oxyde de carbone	46,3	38,6	35,1	29,6	25,4
Hydrogène	25,3	30,6	33,2	34,9	36,1

» Peut-être ces gaz sont-ils accompagnés d'une trace de formène et d'éthylène : je soupçonne leur présence par quelques petites perturbations observées à l'analyse eudiométrique ; mais je n'ai pas cru devoir en tenir compte, leur proposition ne dépassant pas 0,5 pour 100 du volume gazeux total.

» On voit que l'oxyde de carbone, abondant quand la pression est très faible, diminue peu à peu ; à sa place, on voit apparaître de l'acide carbonique et de l'hydrogène, à peu près en volumes égaux.

» Il est difficile d'admettre que le seul changement de pression puisse faire varier le mode de décomposition de l'acide formique : par conséquent, nous pouvons conclure de ces faits que la réaction initiale s'effectue suivant la formule $C^2H^2O^4 = 2CO + 2HO$, avec une absorption de chaleur égale à $-3^{cal},1$. L'acide carbonique et l'hydrogène seraient produits par une réaction secondaire, qui s'exerce entre l'oxyde de carbone et la vapeur d'eau.

» La réaction $CO + HO = CO^2 + H$, qui exprime ce dernier phénomène, est exothermique, tous les corps étant gazeux, mais on sait qu'elle est incapable de s'effectuer à froid, et qu'il faut, pour la provoquer, fournir aux corps en présence un supplément d'énergie qui, dans le cas actuel, est empruntée à l'effluve électrique.

» Je me suis assuré que cette réaction a lieu dès 150°, lorsqu'on fait agir la mousse de platine sur l'oxyde de carbone et la vapeur d'eau. L'action est complète après 30°.

» J'ai, du reste, vérifié expressément cette conclusion en soumettant, à l'action des effluves, de l'oxyde de carbone humide et assez raréfié (pression $0^m,080$ à $0^m,090$) pour qu'il ne passe pas d'étincelles ; voici l'analyse des gaz obtenus, extraits par la trompe d'un tube de M. Berthelot :

	Durée de l'effluve.		
	5 minutes.	1 heure.	3 heures.
Acide carbonique.........	14,3	49,5	48,3
Oxyde de carbone........	71,4	2,9	4,0
Hydrogène..............	14,3	47,6	47,7

» Il s'était formé, en outre, quelques traces de carbures. L'effluve transforme donc rapidement l'oxyde de carbone humide en acide carbonique et hydrogène ; mais l'action ne paraît pas être complète, à cause, sans doute, de la décomposition ultérieure de l'acide carbonique produit : il y a une limite, voisine de 3 pour 100 pour l'oxyde de carbone restant.

» Il est à remarquer que ces résultats sont identiques à ceux que M. Berthelot a obtenus en décomposant l'acide formique gazeux, en vase clos, par la chaleur seule, vers 260° : dans ce cas, on observe aussi une production d'oxyde de carbone, accompagnée d'acide carbonique et d'hydrogène, dont la proportion est fonction du temps si la température est supérieure à 250°.

» Dans le vide continu, l'acide formique se décompose encore de la même manière : voici une analyse de gaz recueilli en faisant le vide dans un tube chauffé au-dessous du rouge et parcouru par de la vapeur d'acide formique à faible tension :

Acide carbonique	25,0
Oxyde de carbone	51,1
Hydrogène	23,9

» Ces nombres sont très voisins de ceux que j'ai obtenus avec l'effluve à basse pression; on peut donc dire que cette forme particulière d'énergie exerce sur l'acide formique une action analogue à celle de la chaleur. J'espère pouvoir bientôt étendre cette conclusion à d'autres composés du même ordre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure de pyrosulfuryle.* Note de **M. J. Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« M. D. Konowaloff vient de présenter à l'Académie [1] une Note relative à la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle : il parvient, dans ce travail, à des résultats contradictoires avec ceux que j'ai récemment énoncés [2], et conclut que la densité gazeuse du composé en question est égale à 7,4, ce qui correspond à 4 volumes pour $S^2O^5Cl^2 = 215^{gr}$, conformément à la loi d'Avogadro, tandis que j'ai trouvé cette densité moitié moindre, résultat conforme avec la densité trouvée par M. Rosenstiehl.

» Mes expériences ont été faites en dehors de tout préjugé théorique et entourées de nombreuses vérifications que je demande la permission de rappeler.

» M. Konowaloff pense que j'ai opéré sur un produit impur, souillé par une substance que l'analyse ne révèle pas facilement et qu'il suppose être

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1284.
(2) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 217

le composé S^2O^6,HCl, étudié par Williamson; la composition centésimale de ce produit est en effet très voisine de celle du chlorure de pyrosulfuryle, et sa densité gazeuse serait très faible, si l'on admet que ce composé est dissocié à la température des expériences. Mais, pour expliquer les résultats que j'ai observés, il serait nécessaire que le produit employé renfermât environ les $\frac{3}{4}$ de son poids de cette substance étrangère : c'est ce qui me paraît difficile à admettre, à cause des soins tout spéciaux que j'ai pris précisément pour éviter la présence d'un corps de cette nature. Je ferai remarquer en effet que la présence possible de cette impureté ne m'a pas échappé, ainsi qu'on pourra s'en convaincre en se reportant à une Note précédente [1], relative aux chaleurs de formation des trois oxychlorures de soufre : on y verra que je me suis arrêté à la préparation du chlorure de pyrosulfuryle par la méthode de Rose (acide sulfurique anhydre et chlorure de soufre), parce que les autres procédés essayés m'avaient donné en effet de notables proportions du corps S^2O^6,HCl, et que j'ai remarqué, comme l'a fait M. Konowaloff, la lenteur de la décomposition par l'eau du chlorure de pyrosulfuryle. D'ailleurs, j'ai trouvé pour la composition centésimale du produit employé :

		Calculé.
Cl	32,5	33,0
S	29,8	29,7

» Ce sont les chiffres mêmes de M. Konowaloff : le composé S^2O^6HCl exige : Cl = 30,5, S = 27,4.

» Le composé, introduit dans mes ballons à densité de vapeur, ne renfermait donc pas de chlorhydrate S^2O^6 HCl en proportion notable, mais on pouvait craindre que sa composition n'eût changé pendant les déterminations; le procédé de V. Meyer, dont s'est servi M. Konowaloff et que j'ai moi-même essayé d'abord, ne fournit aucun contrôle à cet égard : c'est pourquoi j'ai pris soin de répéter un grand nombre d'expériences par la méthode de M. Dumas, méthode qui offre l'avantage de permettre de vérifier l'homogénéité et l'inaltérabilité des produits par l'analyse de la matière restée dans les ballons après refroidissement. J'ai trouvé par exemple, en analysant le produit extrait de l'un de ces ballons : Cl = 32,4 et S = 30,0; redoutant quelque dissociation qui aurait donné lieu à des produits gazeux non condensables, j'ai analysé aussi le contenu total, en ouvrant les ballons sur la potasse; j'ai obtenu les chiffres Cl = 32,5 et S = 29,8.

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 85.

» Ces chiffres ne me paraissent laisser place à aucun doute.

» Rappelons encore que les mesures de densité faites sous pression réduite m'ont donné les mêmes chiffres que les mesures faites à la pression ordinaire : or, s'il avait existé dans le produit, comme le suppose M. Konowaloff, un mélange de deux liquides inséparables par distillation à la pression ordinaire, ces liquides se seraient nécessairement séparés par l'ébullition sous pression réduite, d'après les lois connues des tensions de vapeur, et j'aurais dû obtenir des nombres fort différents.

» J'ajoute que la principale cause d'erreur dans les expériences tend à donner des nombres trop forts : en effet, la présence d'une trace d'humidité dans le produit ou dans les ballons donne lieu à un peu d'acide sulfurique qui ne se volatilise pas, et augmente par suite la densité, aussi bien dans le procédé V. Meyer que dans le procédé Dumas.

» En résumé, je crois avoir démontré et je maintiens : 1° que la substance sur laquelle j'ai opéré était bien le chlorure de pyrosulfuryle, et qu'elle ne contenait pas une dose notable, telle que les $\frac{3}{4}$, du composé S^2O^6, HCl; 2° que le corps pesé dans les ballons à densité offrait la même composition que le produit mis en expérience; 3° que ce corps n'avait pas été dissocié (voir *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 218),

» J'espère avoir prochainement l'occasion de revenir sur ces intéressantes questions. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un vibrion observé pendant la rougeole.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« Le caractère parasitaire de cette maladie n'a été signalé jusqu'à présent que par M. Tschamer; cet auteur, qui ne s'est occupé spécialement que de la scarlatine, se borne à annoncer que le micrococcus qu'il a observé dans l'urine se retrouve dans la rougeole et la diphtérie. Il admet qu'il se transforme, par culture, en bacilles et même en moisissures du genre *verticillum* ou *sporotrichum*, et juge inutile de décrire le microphyte primitif; aussi est-il difficile de profiter des observations qu'il a faites.

» J'ai observé, pendant la rougeole seulement, dans l'urine, l'apparition d'un bâtonnet légèrement courbe, très réfringent, ayant environ 1μ de diamètre et doué de mouvements très lents. Sa longueur varie considérablement, de sorte qu'on trouve toutes les apparences, depuis celles du vibrion typique jusqu'à celles de bactéries; néanmoins les articles courts ont une tendance à s'insérer obliquement les uns sur les autres. Les spores ovales sont

presque toujours situées au tiers de la longueur et dans un renflement du protoplasme mort [1]; comme celui-ci disparaît peu à peu, la spore reste entourée d'une zone de mucilage.

» Dans les cas de rougeole ordinaires, ce vibrion n'apparaît dans l'urine que pendant quelques jours et disparaît presque en même temps que la fièvre et le gonflement. J'ai observé sur un enfant, le second jour de l'éruption, des vibrions et des spores : le protoplasme qui entourait celles-ci a disparu très rapidement; une autre apparition de spores a été constatée le trente-cinquième jour sur une personne adulte; plus tard elle ne s'est pas renouvelée, quoique le vibrion lui-même ait persisté. Le premier fait, s'il se produit régulièrement, pourrait expliquer la facilité de la contagion à ce moment-là.

» L'urine naturelle légèrement acide est un terrain favorable au vibrion; on le rencontre en abondance dans les vases où elle a séjourné, réparti dans la masse du liquide : aussi est-il bon, si l'on veut avoir une idée de l'intensité de la maladie, de l'examiner tout de suite après l'émission.

» Je n'ai pas du reste observé l'apparition de vibrions en dehors des cas de rougeole; leur présence, même dans une urine conservée, peut donc servir à faire suspecter cette maladie. Quand le microphyte est pur ou seulement mélangé de *micrococcus ureæ*, il se développe également bien sur le bouillon et l'extrait Liebig, 2 pour 100; mais il est moins mobile et, dans le Liebig, il prend la forme de massue.

» Une seconde apparition a lieu au moment de la desquamation furfuracée : il est facile d'y reconnaître directement des vibrions. On peut aussi racler la peau avec un couteau flambé et mouillé d'eau stérilisée et ensemencer dans l'urine stérilisée à 110°; après vingt-quatre heures d'exposition dans un thermostat à 35°, on trouve une abondante végétation de vibrions. Dans les mêmes circonstances, une personne bien portante n'a fourni que des bactéries en huit de chiffre; avec le bouillon pur, on obtient ces dernières dans tous les cas. Enfin, dans les cas graves et persistants, le microphyte reparaît dans l'urine et sur la peau pendant des semaines et même des mois.

» J'ai injecté à un cobaye une deuxième culture faite dans un mélange d'urine et de bouillon; l'animal n'a pas été incommodé, mais, le dixième jour, j'ai pu observer dans son urine des vibrions minces et fortement recourbés; ils avaient disparu le douzième jour. Il y avait du reste en outre

---

[1]) Dans le *Vibrio rugula*, ce renflement est à l'extrémité.

un micrococcus (*ureæ?*) provenant probablement de la culture et dont le développement très abondant a dû troubler l'expérience; heureusement on ne peut confondre des organismes aussi différents, et la possibilité de cultiver le vibrion sur un animal est acquise néanmoins. Les observations ont été faites dans deux localités absolument distinctes : il est donc peu probable que le vibrion soit un parasite accessoire.

» J'ai observé des urines de scarlatineux et de diphtériques; les premières renferment une microbactérie en 8, les secondes un micrococcus (*monas* Klebs?), tous deux fort différents du vibrion dont il a été question. Il est presque inutile d'ajouter que je n'ai pas constaté leur transformation en moisissures. Il reste à déterminer le rôle de la formation des spores dans l'évolution de la maladie et à continuer la statistique sur un nombre de cas le plus grand possible; le but de cette Communication est d'attirer l'attention des médecins sur cette apparition que l'on peut observer avec des objectifs secs puissants. Ces études seront continuées ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Existence du zinc à l'état de diffusion complète dans les terrains dolomitiques*. Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Dans un Mémoire publié il y a deux ans (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, 1880), j'ai montré que le zinc existe à l'état de diffusion complète, et en quantité sensible, dans toute l'épaisseur de la formation primordiale et dans les terrains sédimentaires qui en dérivent directement. Ce Mémoire étant destiné, avant tout, à démontrer la généralité du fait que j'avais découvert, j'ai dû laisser de côté bien des conséquences; c'est l'une d'elles que je viens examiner aujourd'hui : *la diffusion du zinc dans les terrains dolomitiques*.

» Les chimistes et les géologues savent qu'il n'est pas de question qui ait été plus discutée que celle de l'origine et du mode de formation de la dolomie : à en juger par les théories mises en avant dans les ouvrages les plus récents, il s'en faut que la question se présente comme devant recevoir une solution prochaine. Je n'ai pas l'intention de m'occuper aujourd'hui de l'origine de la dolomie, mais j'ai besoin de formuler la conclusion d'un travail que je rédige en ce moment et que j'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie. Cette conclusion est la suivante : la présence

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

des matières bitumineuses déjà signalées dans quelques dolomies est un fait complètement général ; mais en outre, et c'est là surtout ce qui résulte de mon étude, *les roches dolomitiques contiennent constamment de l'ammoniaque, dans des proportions qui ont quelquefois dépassé* 1^{gr} *par décimètre cube, c'est-à-dire plus de* 1^{kg} *par mètre cube de roche.*

» C'est là pour moi une raison de penser, non seulement que les dolomies sont des roches sédimentaires au sens ordinaire du mot, c'est-à-dire des roches dont tous les éléments sont contemporains, mais qu'elles se sont produites dans des eaux riches en matières organiques, c'est-à-dire dans des golfes presque fermés, ou même dans de véritables estuaires. D'un autre côté, j'ai fait voir, dans mon Mémoire rappelé plus haut, que la concentration du zinc s'effectue encore sous nos yeux, dans les estuaires de la période moderne. En rapprochant de ces deux conclusions, résultant de mes recherches de Chimie géologique, d'autres faits bien connus : 1° la parenté étroite qui existe entre le magnésium et le zinc ; 2° la grande analogie de leurs combinaisons chimiques ; 3° l'isomorphisme de leurs sels, il devenait infiniment probable que le zinc devait exister dans les dépôts dolomitiques en quantités sensibles : c'est ce que j'ai cherché. J'ai étudié en France et en Suisse quatre grands horizons : 1° le muschelkalk ; 2° les dolomies du trias supérieur, souvent associées au gypse ; 3° l'infralias ; 4° les dolomies jurassiques de l'horizon à *Terebratula moravica.*

» *Muschelkalk.* — Les échantillons ont été recueillis depuis Mouans, sous la ville de Grasse, jusqu'à Marseille (Saint-Jullien). J'ai étudié quarante-deux échantillons. Tous, avec 100^{gr} de roche, m'ont donné le spectre du zinc ; en outre, dans aucun cas, il n'a été nécessaire d'employer tout le liquide dans lequel j'avais concentré le zinc. Un échantillon provenant de Toulon m'a permis de reconnaître très facilement le zinc en partant de 5^{gr} de roche.

» *Trias supérieur.* — Les échantillons ont été recueillis depuis Grasse jusqu'à Rodez, et dans toute l'étendue des Alpes jusqu'à Brigue. J'ai étudié vingt-huit échantillons. La plus grande partie m'a donné du zinc avec des poids de roche variant de 10 à 60^{gr}. La fameuse dolomie de Saxon, sur laquelle je reviendrai à propos de l'iode, s'est montrée exceptionnellement riche en zinc ; il en a été de même de la dolomie de Bex.

» *Infralias.* — J'ai recueilli vingt-sept échantillons, depuis Grasse jusqu'à Rodez. Le zinc s'est toujours laissé facilement reconnaître avec 100^{gr} de roche, mais cependant cet horizon est moins riche que les deux précédents.

» *Horizon à Terebratula moravica.* — Les échantillons étudiés, au nombre de quarante-sept, ont été recueillis de Nice à Ganges, et de Nice dans toute la chaîne des Alpes, jusqu'au lac de Wallenstadt. J'ai toujours reconnu le zinc avec 100^{gr} de roches, mais j'ai rencontré de notables variations, qui semblent correspondre à des régions spéciales.

» De ce qui précède, il résulte que le zinc existe à l'état de diffusion

complète dans les quatre grands horizons dolomitiques définis plus haut.

» Sans se préoccuper de l'origine de la dolomie, et en prenant seulement le fait chimique de la diffusion du zinc au sein de ces roches, on arrive à une conséquence importante, relativement à l'origine des minerais de zinc, tels qu'ils existent aujourd'hui. En effet, les minerais de zinc, et particulièrement le *zinc carbonaté*, seul minerai longtemps exploité, sont toujours en relations directes avec des roches dolomitiques. C'est ce qui a lieu en Europe, pour les quatre grands centres de production.

» C'est sur ses pentes (de la chaîne des Mendepp-Hill's), *composées de » conglomérats magnésiens* et de *calcaires de même nature*, que sont situées » les exploitations de calamine » (DUFRESNOY, t. III, p. 125). En Belgique, à la Vieille-Montagne, « la *calamine remplit une dépression dans la dolomie* » (*ibid.*, p. 126). En Silésie, « le *gîte de la calamine*, considéré dans son en- » semble, constitue un vaste amas très irrégulier; on le trouve en contact » avec le muschelkalk et recouvert soit *par de la dolomie*,... soit *dans la dolo- » mie même*, et s'y ramifiant de diverses manières » (*ibid.*, p. 128). Enfin, au sud de l'Europe, *les mines de zinc de la Sicile* sont également dans des *calcaires magnésiens* que M. Lamormora rapporte au silurien.

» Les citations qui précèdent, rapprochées du fait chimique que je signale dans ce Mémoire, conduisent à cette conclusion, que les minerais de zinc sont contemporains des calcaires dolomitiques qui les renferment; d'un autre côté, si les calcaires dolomitiques du silurien (Sicile), du terrain carbonifère (Belgique), du muschelkalk (Silésie) et d'autres bien plus récents encore, renferment, malgré leur différence prodigieuse d'âge, des minerais de zinc présentant la même composition chimique, la même association et, jusque dans les détails d'ailleurs très compliqués, les mêmes relations avec la roche encaissante, cela tient évidemment à ce que, à des époques très différentes, les mêmes circonstances exceptionnelles se sont reproduites pour certaines sédimentations. Ces circonstances restent à découvrir et à étudier; mais les résultats chimiques consignés dans ce Mémoire montrent que le fait dominant et absolument caractéristique de cette sédimentation exceptionnelle est le dépôt du carbonate de magnésie, ou, d'une manière à la fois plus générale et plus complète, la formation des terrains dolomitiques. »

GÉOLOGIE. — *Sur le carbonifère marin de la Haute-Alsace; découverte du culm dans la vallée de la Bruche.* Note de MM. **Bleicher** et **M. Mieg**, présentée par M. Hébert.

« Le carbonifère marin de la Haute-Alsace, qui n'était connu jusqu'à présent qu'en trois points isolés, dans le voisinage d'Oberburbach, affleure dans tout le massif qui forme le fond du vallon occupé par ce village. Dans toute cette région, au-dessus des mélaphyres, on reconnaît la coupe suivante, qui peut se suivre parallèlement sur les deux flancs de la vallée :

» 1° Mélaphyres;

» 2° Schistes argileux avec fossiles marins, articles d'Encrines, *Chonetes*, etc.;

» 3° Grauwacke avec *Productus giganteus, P. cora, Conocardium, Philippsia*, pinnules de Fougères, *Cyclopteris* et *Paleopteris?*

» 4° Schistes peu fossilifères;

» 5° Grauwacke métamorphique;

» 6° Argilolithe violacée.

» Les schistes argileux n° 2 de la présente coupe nous ont fourni, avec des *Cyathophyllum* et des fossiles marins, de nombreuses empreintes de Fougères avec des tiges de *Sagenaria;* ils représentent une formation mixte d'origine marine et terrestre. Ces schistes argileux à fossiles marins et à plantes se relient, sans transition, dans le fond de la vallée, avec les grès à végétaux d'Oberburbach.

» Les recherches préliminaires faites dans les gisements, que l'on pourrait appeler *normaux*, d'Oberburbach, nous ont permis d'établir les conditions dans lesquelles il est possible de découvrir le carbonifère marin le long de la chaîne des Vosges. Ces conditions sont les suivantes. Les couches mixtes du carbonifère marin d'Alsace sont en relation intime de superposition avec les mélaphyres. Il suffit donc de chercher dans le voisinage de cette roche et au-dessus d'elle pour en retrouver les traces. C'est en nous servant de ces données que nous avons retrouvé ce terrain au pied de la montée qui mène à la ferme de Kohlschlag, dans le fond de la vallée de Wuerheim, et sur l'arête qui sépare Rimbach-Zell de la vallée de Murbach, sur le chemin qui passe par le Rimbrhoff.

» Le terrain dit de transition de la vallée de la Bruche, dans le nord-est de l'Alsace, n'est pas moins favorable à ce genre de recherches que le culm de la Haute-Alsace.

» La nouvelle ligne de Molsheim-Rothau, par ses nombreuses tranchées, nous a permis d'ajouter quelques faits nouveaux à l'ensemble des renseignements que nous possédons sur ce terrain peu connu et jusqu'ici à peine fossilifère. La première tranchée de la nouvelle ligne, en aval de la gare de Schirmeck, présente, dans des schistes noirs alternant avec une grauwacke grise, des traces évidentes de fossiles végétaux, probablement de *Sagenaria*, qui paraissent identiques à l'espèce du carbonifère mixte d'Oberburbach.

» La seconde tranchée traverse le massif des calcaires noduleux cristallins à Encrines et à Polypiers, connus sous le nom de *marbre de Schirmeck* et rapportés par Élie de Beaumont au dévonien. Ces calcaires marbres sont emballés au milieu de schistes noirs métamorphiques, où il est possible de découvrir des traces de plantes. Un filon de minette (porphyrite micacée) vertical, de $1^m,50$ d'épaisseur environ, coupe ce massif vers l'extrémité orientale de la tranchée.

» La troisième tranchée, la plus importante de toutes au point de vue de la longueur, traverse une série de bancs de grès métamorphiques compacts, épais, séparés par de minces couches de schistes. Le prolongement continue à être à peu près E., comme dans les tranches précédentes, mais sous un angle moins grand. L'ensemble des couches a une allure régulière qui est rompue vers l'extrémité Est de la tranchée par un filon vertical de minette d'environ $0^m,88$ d'épaisseur, pour reprendre plus loin.

» En aval de ces gisements, à environ 600^m du village de Visch, sur les bords de la route, une fouille récente faite dans les vignes nous a donné des renseignements plus complets sur la nature de ces terrains.

» L'affleurement, quoique très limité, permet d'y constater la présence de deux bancs puissants de grauwacke grise, grenue, micacée, avec nodules d'aphanite, alternant avec des bancs minces de schistes noirs, métamorphiques, le tout très redressé et plongeant E. Le banc de grauwacke le plus rapproché du village, qui forme le toit de la fouille, est riche en débris végétaux de grande taille appartenant au *Knorria imbricata*, qui n'est, selon M. Grand'Eury, que l'axe ligneux d'un *Sagenaria*, et au *Bornia* (*Calamites*) *radiata*, et peut-être à une Fougère du genre *Cyclopteris*.

» En résumé, le terrain carbonifère ancien d'Alsace apparaît actuellement comme un ensemble de couches d'une épaisseur considérable, pénétré ou non de roches éruptives, mélaphyres, porphyres, minettes. Aux mélaphyres sont associés des schistes et des grauwackes à fossiles marins et terrestres.

» Les porphyres apparaissent plus tard; la minette paraît les remplacer

dans le Nord-Est de la chaîne. La base de ce terrain carbonifère ainsi compris est pénétrée de filonnets métallifères.

» Au point de vue paléontologique, comme au point de vue minéralogique, il peut se subdiviser en deux séries : une série inférieure aux porphyres, qui ne contient en général ni grès, ni poudingues, et qui se caractérise par une faune marine appartenant aux horizons les plus élevés du carbonifère marin; une série supérieure aux porphyres, riche en poudingues, en grès métamorphiques, en grauwackes, moins riche en schistes, ne contenant plus aucune trace de fossiles marins, mais des plantes nombreuses de la flore du *culm*. Le lien qui réunit ces deux séries est la flore qui leur est en partie commune. Les *Sagenaria, S. Weltheimiana,* se rencontrent dès la base du carbonifère marin, et remontent jusqu'au grès à pavés d'Oberburbach avec le *Cyclopteris Collombiana*. Le terrain dit de transition de la vallée de la Bruche a la même composition minéralogique que le carbonifère ancien de la Haute-Alsace, et contient un certain nombre de plantes de la flore du culm. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la propriété excitante de l'avoine.* Note de M. A. SANSON, présentée par M. Bouley.

« L'Académie voudra bien me permettre de lui communiquer les conclusions d'un Mémoire qui sera publié prochainement, sur des recherches expérimentales exécutées à l'École de Grignon, en vue de résoudre la question de savoir si l'avoine possède ou non la propriété excitante que l'observation pure lui a fait attribuer et qui lui a été contestée. Dans ces recherches, l'excitabilité neuro-musculaire du cheval, sur laquelle devait agir le principe excitant, au cas où il existerait, a été explorée à l'aide du courant gradué de l'appareil de du Bois-Raymond, avant et après l'ingestion d'une quantité déterminée d'avoine, ou de ce principe même, qui a pu être isolé. De la sorte, j'ai été conduit, par des expériences comparatives nombreuses et répétées, à constater une série de faits qui se résument dans les propositions suivantes, formant les conclusions de mon Mémoire.

» 1. Le péricarpe du fruit de l'avoine contient une substance soluble dans l'alcool, qui jouit de la propriété d'exciter les cellules motrices du système nerveux.

» 2. Cette substance, dont l'existence avait été soupçonnée par les uns, contestée par les autres, n'est point le principe odorant de la vanille, ou vanilline, comme l'avaient pensé les premiers; elle n'a même avec celle-ci

aucune analogie. C'est une matière azotée, qui semble appartenir au groupe des alcaloïdes. Incristallisable, elle a une constitution physique finement granuleuse, de couleur brune en masse, communiquant à l'alcool, en solution étendue, une teinte ambrée. Sa composition paraît correspondre, sauf vérification, à la formule $C^{56}H^{21}AzO^{18}$. On pourrait la nommer *avénine*.

» 3. Toutes les variétés de l'avoine cultivée paraissent aptes à élaborer la substance ainsi définie par sa propriété physiologique; mais il est certain qu'elles possèdent cette aptitude à des degrés très différents.

» 4. Les différences ne sont point qualitatives, mais seulement quantitatives : la substance élaborée est identique dans toutes les variétés.

» 5. Ces différences ne dépendent pas seulement de la variété de la plante, elles dépendent aussi du lieu où celle-ci a été cultivée.

» 6. Les avoines de variété blanche contiennent moins de principe excitant que celles de variété noire; mais, pour certaines des premières, notamment pour celle cultivée en Suède, la différence est minime; elle est au contraire considérable pour les autres, notamment pour celles cultivées en Russie.

» 7. Au-dessous de la proportion de 0,9 de principe excitant pour 100 d'avoine séchée à l'air, la dose est insuffisante pour mettre en jeu sûrement l'excitabilité neuro-musculaire du cheval; à partir de cette proportion, l'action excitante est certaine.

» 8. On ne peut attribuer ou refuser avec certitude à l'avoine la propriété excitante, d'après sa variété de couleur, attendu que certaines blanches la possèdent sûrement et que certaines noires en peuvent être dépourvues.

» 9. Le dosage du principe excitant, en prenant pour critérium la proportion indiquée, donnera donc seul une base certaine aux appréciations; toutefois il y a de fortes probabilités pour que les avoines blanches, d'une provenance quelconque, soient moins excitantes que les noires ou ne le soient pas du tout.

» 10. L'aplatissement du grain d'avoine ou sa mouture affaiblit considérablement sa propriété excitante, en altérant, selon toutes probabilités, la substance à laquelle cette propriété est due; l'action excitante est plus prompte, mais beaucoup moins forte et moins durable.

» 11. Cette action, immédiate et plus intense avec le principe isolé, se fait attendre quelques minutes avec l'avoine entière; dans les deux cas, elle va se renforçant jusqu'à un certain moment, puis s'affaiblit et se dissipe ensuite.

» 12. La durée totale de l'effet d'excitation ou d'accroissement de l'excitabilité neuro-musculaire a toujours paru, dans les expériences, être d'environ une heure par kilogramme d'avoine ingérée.

» Les faits qui viennent d'être exposés entraînent, pour la pratique de l'alimentation des moteurs animés qui doivent travailler en mode de vitesse, des conséquences d'une grande importance, dont l'indication ne serait pas à sa place ici. La mesure de cette importance peut du reste être donnée par les nombreuses controverses dont le sujet avait été l'occasion et par le nombre des tentatives infructueuses faites pour résoudre scientifiquement la question posée par ces controverses mêmes. »

M. P. Bianchi adresse, de Saintes, une Note relative à diverses modifications introduites par lui dans la pile de Daniell.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1883.

Annuaire pour l'an 1883, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-18.

Traité de jurisprudence commerciale et de Médecine légale vétérinaires; par M. V. Galtier. Paris, Asselin et Cie, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Mémoires de la Société centrale de Médecine vétérinaire; t. XI et XII. Paris, Asselin et Cie, 1882; 2 vol. in-8°.

Journal du ciel; par M. J. Vinot; 18e année, 1882. Paris, cour de Rohan, 1883; in-8°.

Madeira spectroscopic being a revision of 21 *places in the red half of the solar visible spectrum with a Rutherfurd diffraction grating at Madeira (Lat.* = 32°38' *N., Long.* = 1h 8m *W.) during the summer of* 1881; *by* C. Piazzi Smith. Edinburgh, Edina Works, 1882; in-4° oblong relié.

Hand list of Mollusca in the indian Museum Calcutta; by Geoffroy Nevill;

Part I : *Gastropoda. Catalogue of Mammalia in the indian Museum; by* John Anderson. Calcutta, 1878-1881; 2 vol. in-8° reliés.

ERRATA.

(Tome XCV, séance du 26 décembre 1882.)

Page 1323, ligne 9, *au lieu de :* l'enseignement de la Mécanique pratique, à, *lisez* l'enseignement de la Mécanique, pratiqué à.

Page 1324, ligne 2, *au lieu de* — *lisez* =.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations relatives à la dernière Communication de M. le* Dr Siemens *concernant l'énergie solaire;* par M. Faye.

« Lorsque M. Siemens, un des hommes qui ont manié avec le plus de succès les forces électriques et les hautes températures, parle de ses expériences, le lecteur a toujours grand profit à étudier ses Communications; mais, lorsqu'il aborde la constitution physique du Soleil, on y rencontre des choses difficiles à admettre.

» Ainsi, je lui avais objecté qu'à l'équateur solaire la force centrifuge est bien trop faible par rapport à la pesanteur pour faire jouer au Soleil le rôle d'une machine ayant pour fonction de chasser au loin les particules parvenues à la circonférence dudit équateur.

» M. Siemens me répond par le tube coudé idéal auquel Newton a eu recours pour déterminer l'aplatissement de notre globe, tube ayant une de ses branches dirigée selon la ligne des pôles, et l'autre dirigée vers un point quelconque de l'équateur. Mais Newton faisait aboutir les deux branches de son tube idéal à la surface même de la planète, tandis que M. Siemens

veut, pour le Soleil, un tube coudé, à branches *indéfinies*, plongeant dans son milieu cosmique. Lorsqu'il imprime à la branche équatoriale de ce tube la rotation du Soleil, il est certain que la force centrifuge, à l'extrémité, croîtra indéfiniment, en proportion du tube lui-même, tandis que la pesanteur, à l'extrémité, diminuera plus rapidement encore, en raison inverse du carré de cette longueur. Dès lors, l'équilibre sera détruit, la matière s'écoulera par l'extrémité du tube et formera une sorte de courant équatorial, tandis que le milieu cosmique s'introduira dans la branche polaire immobile. Au besoin, M. Siemens ferait passer ainsi par son tube tous les gaz dont il remplit l'univers.

» Mais le savant auteur n'a pas remarqué que, en appliquant ce qu'il vient de dire de son tube au Soleil lui-même, il suppose que le Soleil a communiqué sa rotation au milieu indéfini dont il l'entoure par hypothèse. Ce milieu devrait tourner tout d'une pièce avec le Soleil, ce qui n'était certainement pas dans les intentions de M. Siemens; s'il veut bien y réfléchir, je crois effectivement qu'il y trouvera quelque inconvénient.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la ficoïde glaciale* (Mesembrianthemum crystallinum). Note de M. **Hervé Mangon**.

« Les proportions relatives des éléments minéraux des plantes différentes, cultivées sur un même sol, ne sont pas les mêmes. Cette faculté que possèdent les plantes de choisir, dans un milieu complexe, les substances qu'elles doivent accumuler en plus grande quantité dans leurs tissus et celles qu'elles doivent en écarter plus ou moins complètement est un des phénomènes les plus curieux de la vie végétale, et l'un de ceux qu'il importerait le plus de bien connaître et de bien comprendre pour établir la pratique rationnelle des engrais et des amendements. La puissance élective des racines, expression par laquelle on désigne assez improprement le phénomène dont il s'agit, est malheureusement fort peu connue et ne me semble pas encore avoir reçu d'explication satisfaisante. Aussi convient-il, quand l'occasion s'en présente, de signaler des exemples bien caractérisés de cette propriété, afin d'apporter un élément de plus à son étude et de faciliter les expériences ultérieures des physiologistes. C'est à ce titre seulement que je demande à l'Académie la permission de mentionner ici quelques faits relatifs à la ficoïde glaciale, faits qui sont peut-être déjà connus, mais dont je n'ai pourtant pu trouver aucune trace dans les Ouvrages qu'il m'a été donné de consulter.

» La ficoïde cristalline ou glaciale (*Mesembrianthemum crystallinum*) est une plante annuelle à tiges de $0^m,30$ à $0^m,50$, étalées, grosses, charnues, à feuilles larges et épaisses ; elle donne, en juillet et en août, de très petites fleurs blanches insignifiantes. Toute la plante, excepté la fleur, est chargée de vésicules transparentes, remplies de liquide, qui ressemblent à des gouttelettes de rosée congelées. Cette plante, que l'on dit originaire des îles de la Méditerranée, vient parfaitement en plein air, en terre légère ou sur terreau épuisé, dans le département de la Manche, où je la cultive depuis sept ou huit ans.

» Frappé, dès 1876, de la saveur franchement salée du liquide contenu dans les vésicules brillantes de la surface de la plante, je parvins, avec un peu de patience, à réunir quelques gouttes de ce liquide qui laissa, par l'évaporation à froid au-dessus de l'acide sulfurique, 3,3 pour 100 de résidu solide formé de sel marin presque pur. La plante entière, desséchée et brûlée, me fournit une cendre si abondante en chlore et en alcalis que je crus d'abord à une erreur de pesée ou à un fait tout à fait exceptionnel. Depuis lors, j'ai semé chaque année de la ficoïde et j'ai cultivé entre les pieds des plantes très variées : choux, céleri, réséda, etc. Les cendres de ces végétaux n'ont pas cessé de présenter leur composition normale : la constitution spéciale de la ficoïde est donc bien due au choix que font les racines des éléments que réclame son développement.

» Voici d'abord les proportions d'eau et de matière sèche contenues dans la plante au moment de la récolte pour les huit échantillons, dont il suffira de donner ici l'analyse :

	Eau.	Matière sèche.
1. Jeunes plantes chétives, cultivées en pot, coupées le 18 juin 1879	97,13	2,87
2. Plantes vigoureuses, cultivées en pleine terre, coupées le 9 juillet 1879	97,11	2,89
3. Plantes vigoureuses, cultivées en pleine terre, fleuries, coupées le 22 août 1879	97,38	2,62
4. Plantes bien développées, cultivées en pot, coupées le 22 août 1879	95,64	4,36
5. Plantes très fortes, en pleine terre, commençant à souffrir, coupées le 11 septembre 1879	96,77	3,23
6. Plantes très fortes, en pleine terre, en fleur, coupées le 20 août 1880	96,78	3,22
7. Plantes très fortes, en pleine terre, commençant à souffrir, coupées le 6 septembre 1881	94,74	5,26
8. Plantes très fortes, en pleine terre, souffrant et en partie mortes, coupées le 16 octobre 1882	92,74	7,26

» D'après ces chiffres, la plante, en bon état, peut contenir des quantités d'eau assez différentes suivant le milieu où elle se trouve (nos 3 et 4). Les variations observées entre des plantes dans les mêmes conditions m'ont semblé tenir à l'état d'humidité de l'air et à la date plus ou moins ancienne de la dernière pluie. Une série d'observations journalières à cet égard présenterait de l'intérêt et serait plus facile à faire avec des ficoïdes qu'avec des plantes moins riches en eau.

» Le temps m'ayant fait défaut depuis deux ans pour terminer quelques analyses, j'ai prié M. Schlœsing, fils et élève de notre savant confrère, de vouloir bien vérifier mes anciens essais et refaire tous les dosages des éléments minéraux des échantillons de ficoïde desséchée que j'avais conservés. Je le remercie du soin qu'il a bien voulu apporter à ce travail, qui ne laisse pas de présenter quelques difficultés particulières.

» La proportion des cendres dans 100 parties de la *matière sèche* des échantillons ci-dessus et la composition de ces cendres, déterminées, comme je viens de le dire, par M. Schlœsing, sont réunies dans le tableau suivant :

	1	2	3	4	5	6	7	8
a. Sels solubles :								
Acide sulfurique	0,46	0,39	0,70	0,52	0,57	0,61	0,37	0,47
Chlore	6,80	7,90	8,60	7,50	5,40	12,10	10,80	7,10
Acide carbonique [calculé (1)]	6,90	6,60	7,40	6,50	7,90	8,00	6,00	4,30
Potasse	13,50	13,70	16,10	11,10	12,30	17,80	18,70	13,00
Soude	5,70	7,50	9,00	7,20	8,60	10,30	6,40	4,40
	33,36	36,09	41,80	32,82	34,77	48,81	42,27	29,27
Oxygène corresp. au chlore, à déduire	1,53	1,78	1,94	1,69	1,22	2,73	2,43	1,60
Total des sels solubles pour 100	31,83	34,31	39,86	31,13	33,55	46,08	39,84	27,67
b. Matières insolubles.	9,30	8,10	3,00	12,30	6,20	5,70	6,30	6,10
Total de cendres p. 100 de matières sèches.	41,13	42,41	42,86	43,43	39,75	51,78	46,14	33,77

» Le chlore l'emporte en équivalents sur le sodium dans les nos 1, 6, 7 et 8. La différence est faible pour les nos 1 et 6 et forte pour les nos 7 et 8 arrivés à la fin de la période d'activité vitale. Le chlore est au contraire inférieur en équivalents au sodium dans les nos 2, 3, 4 et 5. La proportion des éléments minéraux varie donc assez sensiblement d'un échantillon à l'autre. Ces différences tiennent sans doute à des états d'équilibre variables entre les liquides du sol et ceux de la plante, selon la proportion d'eau de ces liquides eux-mêmes. La ficoïde se prêterait à des observations fort

(1) L'acide carbonique combiné à l'alcali a été calculé d'après l'alcalinité de la dissolution des sels solubles déterminée au moyen de l'acide sulfurique titré.

intéressantes sur ces questions si importantes du développement de la nutrition des végétaux.

» Si l'on considère seulement les six premiers échantillons des Tableaux précédents, on voit que la composition de la ficoïde glaciale par 100^{kg} est la suivante :

Eau		96,810 kg	96,810
Matières combustibles		1,800	1,800
Cendres.	Chlore	0,256	1,390
	Potasse	0,449	
	Soude	0,256	
	Autres matières minérales	0,429	
		100,000	100,000

» Cette plante est donc formée d'une faible dissolution de sels alcalins, maintenue à l'état solide par un tissu végétal dont le poids s'élève seulement à moins de 2 pour 100 (1,8 pour 100) de la masse totale. Les cendres formées de sels de soude et de potasse forment près de la moitié (43 pour 100) du poids de la plante sèche. Cette composition rappelle à beaucoup d'égards celle des warechs de la mer.

» Le mètre carré, cultivé en ficoïde, m'a donné en moyenne 13^{kg},100 de plantes fraîches, soit 131 000^{kg} par hectare. Cette récolte contiendrait 1820^{kg} de cendres, renfermant elles-mêmes 335^{kg} de chlore, autant de soude et 588^{kg} de potasse pouvant fournir 863^{kg} de carbonate de cette base, chiffre à peu près égal au poids de carbonate de soude que l'on obtient de l'incinération de la récolte d'un hectare de soude d'Alicante.

» Indépendamment de l'intérêt que présenterait certainement une étude scientifique complète de la ficoïde glaciale, on peut se demander si sa culture ne serait pas lucrative, dans certaines conditions, comme plante à potasse. Il paraît fort probable, en tous cas, qu'elle rendrait des services pour enlever aux terres salées du littoral méditerranéen, son pays d'origine, les sels alcalins en excès qui les rendent improductives. L'essai mériterait assurément d'être tenté, et peut-être reconnaîtrait-on que cette petite plante, à peine connue, peut devenir, comme l'herbe des dunes, un puissant auxiliaire de nos grands travaux agricoles et mériter de fixer l'attention, par son utilité spéciale à l'Agriculture de certaines régions de la France. »

CHIMIE. — *Recherches sur les hypoazotites. Deuxième Partie : Mesures calorimétriques.* Note de MM. **Berthelot** et **Ogier**.

« 1. Nous avons déterminé la *chaleur de formation de l'hypoazotite d'argent* en l'oxydant par l'eau de brome, conformément à l'une des méthodes précédemment décrites (p. 34); cinq des dosages donnés plus haut se rapportent même aux expériences calorimétriques faites entre 12° et 14°. Les chiffres obtenus, sans avoir une concordance aussi grande que nous l'aurions désiré, sont cependant suffisamment voisins. En voici la liste, rapportée aux expériences de la page 34.

1re série. — *Action opérée d'un seul coup, pour* Ag = 108gr.

	Cal	
3e essai................	29,83	moyenne : 30,68
4e essai........	31,54	

2e série. — *Actions successives de* HCl *et de* Br.

	Cal	
5e essai....	28,00	
6e essai............ ...	29,85	moyenne : 28,62
7e essai................	28,00	

» La moyenne générale des deux séries est : $29^{\text{Cal}},65$.

» Je rappellerai que le rapport expérimental entre l'argent et le brome, en équivalents, a été trouvé en moyenne 3,71 ; chiffre un peu trop fort, comme il a été dit, à cause des pertes de brome par évaporation. Le rapport théorique est 3,50.

» 2. Soit donc l'état initial

$$Az^2O^5Ag^2 + 7HO + 7Br \text{ gaz} + \text{eau}.$$

On arrive à l'état final par le cycle suivant :

$Az^2 + O^5 + Ag^2 = Az^2O^5Ag^2$.. ..	x [1].
$7(H+O) = 7HO$, dégage... ...	$34,5 \times 7 = +241,5$
$7Br$ gazeux + eau = $7Br$ dissous..	$+ 29,0$
Réaction (pour Ag^7).....	$+ 59,3$
	$x + 329,8$

» L'état final étant

$$2AzO^6H \text{ étendu} + 5HBr \text{ étendu} + 2AgBr,$$

(1) En négligeant la chaleur d'hydratation du précipité.

on parvient à ce même état final, en suivant le cycle que voici :

$2(Az + O^6 + H) +$ eau $= AzO^6H$ étendu..................	+ 97,6
$5(H + Br$ gaz$) +$ eau $= 5HBr$ étendu..................	+ 167,5
$2(Ag + Br$ gaz$) = 2AgBr$..................	+ 55,4
	+ 320,5

» Les deux sommes thermiques étant égales, il en résulte

$$x = -9^{\text{Cal}},3.$$

Telle est la chaleur absorbée dans la réunion des éléments : $Az^2 + O^5 + Ag^2$.

» On a encore, depuis l'azote, l'oxygène et l'oxyde d'argent,

$Az^2 + O^3 + 2AgO$.................. $-16^{\text{Cal}},3$

» 3. Pour passer à la *chaleur de formation de l'acide hypoazoteux* lui-même, nous avons mesuré la chaleur dégagée dans la réaction de l'acide chlorhydrique étendu sur l'hypoazotite d'argent : soit, pour $1^{\text{éq}}$ d'argent Ag, contenu dans ce composé,

$$\left.\begin{array}{l} +9^{\text{Cal}},15 \\ +8^{\text{Cal}},73 \end{array}\right\} \text{ moyenne : } 8^{\text{Cal}},94,$$

ce qui fait pour Ag^2 : + 17,88.

» L'acide hypoazoteux subsiste d'ailleurs après cette séparation; au moins pendant la durée de l'expérience, comme le montre la concordance des dosages de brome effectués plus haut par deux voies différentes.

» Ceci posé, la réaction

HCl étendu $+ AgO = AgCl + HO$, dégage.................. + 20,1,

d'où résulte

Az^2O^3 étendu $+ 2AgO = Az^2O^5Ag^2$, dégage. $+ 40,2 - 17,9 = + 22,3$.

soit + 11,15, pour chaque équivalent d'oxyde combiné.

» On a, dès lors,

$Az^2 + O^3 +$ eau $= Az^2O^3$ étendu.................. $-38^{\text{Cal}},6$

» L'acide hypoazoteux est donc formé depuis les éléments avec absorption de chaleur; ainsi que les analogies et l'instabilité de l'acide lui-même permettaient de le prévoir.

» Sa transformation en acide azotique par oxydation (au moyen du

brome) dégage

Az^2O^3 étendu $+ O^7 + 2HO = 2(AzO^5HO)$ étendu . . . . $+67,2$

soit $9^{Cal},6$ par équivalent d'oxygène fixé.

» C'est là un chiffre à peine supérieur à celui que l'on obtient pour la transformation de l'acide azoteux dissous en acide azotique étendu :

AzO^3 étendu $+ O^2 + HO = AzO^5HO$ étendu . . . . $+18,5$

ou $9^{Cal},25$ par O fixé.

» Cependant, si l'on envisage les deux oxydations successives, le calcul montre que l'oxydation de l'acide hypoazoteux changé en acide azoteux dégage un peu plus de chaleur, soit $+ 10,1$ par O fixé, que celle de l'acide azoteux changé en acide azotique ($+ 9,25$) : remarque conforme à celle que l'un de nous a eu occasion de faire pour la chaleur dégagée par la fixation successive de $2^{éq}$ d'oxygène sur le bioxyde d'azote ($+10,5$ et $+ 8,5$ dégagées). Le changement même des sels les uns dans les autres dégagerait, pour les sels d'argent solides,

Hypoazotite changé en azotite	$+ 10,4$ par O fixé.
Azotite en azotate	$+ 8,6$

» Pour les sels de potasse dissous, l'écart s'étant accru en raison de la différence des chaleurs de neutralisation :

Hypoazotite changé en azotite	$+13,6$
Azotite en azotate	$+10,8$;

ce sont toujours des relations du même ordre.

» L'oxydation par le permanganate, avec formation de protoxyde d'azote (en faisant abstraction de la chaleur propre due à la réduction du permanganate),

Az^2O^2 étendu $+ O^3 + HO = AzO^5, HO$ étendu $+ AzO$ gaz, dégage. $+42,3$

» La décomposition lente de l'acide hypoazoteux, au contact de l'atmosphère, avec formation de protoxyde d'azote, est probablement accompagnée par une oxydation analogue du bioxyde d'azote, effectuée aux dépens de l'oxygène, tant gazeux que dissous.

» Le dédoublement pur et simple

Az^2O^3 étendu $= AzO$ gaz $+ AzO^2$ gaz, dégagerait . . . . $+6,4$

» Le protoxyde d'azote peut d'ailleurs être formé sans bioxyde par

d'autres dédoublements, tels que le suivant (p. 33), qui dégage beaucoup plus de chaleur :

$$4\,Az^2O^3 \text{ diss.} + \text{eau} = 7\,AzO \text{ gaz} + AzO^5,HO \text{ étendu, dégage.....} \quad +96,6$$

soit $+24,1$ pour Az^2O^3.

» Les combinaisons de l'ordre de l'acide hypoazoteux ont une mobilité et une complexité de réactions, qui s'expliquent par leur formation endothermique; on connaît bien des phénomènes analogues dans la série des oxydes inférieurs du soufre et du phosphore, sans parler de l'oxyammoniaque, laquelle fournit aussi fort aisément du protoxyde d'azote.

» 4. Nous avons cherché à évaluer encore la *chaleur de neutralisation de l'acide hypoazoteux par les alcalis*, en décomposant le sel d'argent par les chlorures alcalis. La réaction est presque immédiate. Nous avons obtenu

$$Az^2O^5Ag^2 + 2\,KCl \text{ étendu, vers } 14^\circ \text{.......................} \quad +5^{Cal},50$$

Avec le chlorure de baryum, BaCl, le dégagement de chaleur a été plus notable; mais il paraît se compliquer de la précipitation partielle de l'hypoazotite de baryte. Avec le chlorhydrate d'ammoniaque, il se produit une décomposition spéciale, avec mise à nu d'ammoniaque, déjà observée par M. Divers.

» D'après le chiffre ci-dessus, on a pour la combinaison de la potasse avec l'acide hypoazoteux, à 14° :

$$Az^2O^3 \text{ étendu} + 2\,KO \text{ étendue, dégage..} \quad 2(+8,9+13,8+2,75-20,1) = 2\times 5^{Cal},35$$

» Comparons maintenant ces résultats avec les nombres analogues, relatifs aux deux autres acides de l'azote.

	Cal
AzO^5,HO étendu + AgO, formant AzO^5,AgO solide..............	+10,7
AzO^3 étendu + AgO, formant AzO^3,AgO solide..................	+12,1
$\frac{1}{2}Az^2O^3$ étendu + AgO, formant $\frac{1}{2}Az^2O^3,AgO$..................	+11,1

» Ce sont presque les mêmes valeurs pour l'oxyde d'argent, formant des sels solides avec les trois acides de l'azote.

» Pour la potasse, au contraire, formant des sels solubles :

AzO^5,HO étendu + KO étendue..............................	+13,8
AzO^3 étendu + KO étendue..............................	+10,6
$\frac{1}{2}Az^2O^3$ étendu + KO étendue..............................	+5,4

La faiblesse relative des derniers acides, faiblesse corrélative de leur richesse décroissante en oxygène, s'accuse ici de plus en plus [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la formation naturelle du bioxyde de manganèse et sur quelques réactions des peroxydes;* par M. BERTHELOT.

« M. Dieulafait, dans une Note que j'ai l'honneur de présenter de sa part à l'Académie [2], rappelle et appuie de nouveaux faits l'explication donnée par M. Boussingault, relativement à diverses formations naturelles de bioxyde de manganèse, tantôt à l'état de concrétions compactes, tantôt à l'état d'endnit superficiel déposé sur certaines roches. Ce bioxyde paraît résulter de l'oxydation, par l'air libre, ou dissous dans l'eau, du carbonate de manganèse, dissous lui-même à la faveur d'un excès d'acide carbonique. Au moment où cet excès se dégage, par diffusion ou autrement, le carbonate lui-même se suroxyde et perd son propre acide carbonique.

» Le peroxyde de fer naturel se produirait aussi dans certains cas par un mécanisme analogue, aux dépens du carbonate de protoxyde de fer.

» Montrons que ce déplacement de l'acide carbonique par l'oxygène fournit une vérification nouvelle de la théorie thermique.

» En effet, l'union du protoxyde de manganèse avec l'acide carbonique, pour former le carbonate neutre, dégage, d'après mes expériences :

$$CO^2 \text{ dissous} + MnO = CO^2, MnO \ldots\ldots \quad +6^{Cal},8;$$

son union avec l'oxygène libre pour former du bioxyde :

$$MnO + O = MnO^2 \ldots\ldots \quad +10,7.$$

(1) Nous croyons devoir donner le calcul des chaleurs de formation des hypoazotites d'après l'ancienne formule.

Le calcul ne peut avoir lieu que d'après cette hypothèse, que l'oxydation par le brome ne serait pas tout à fait complète, 3,71 équivalents d'oxygène ayant été fixés au lieu de 4; ce qui revient à admettre que l'action du brome aurait dû dégager $+30^{Cal},65$ par équivalent d'argent (en tenant compte de la formation de AgBr, qui n'est pas changée). On trouve ainsi :

$$Az + O^2 + Ag = AzO^2Ag \ldots\ldots \quad -8,25$$
$$Az + O + \text{eau} = AzO \text{ dissous} \ldots\ldots \quad -22,9$$
$$AzO \text{ dissous} + AgO = AzO^2Ag \text{ précipité} \ldots\ldots \quad +11,15$$
$$AzO \text{ dissous} + KO = AzO^2K \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +5,35$$

Les déductions et rapprochements généraux demeurent d'ailleurs les mêmes.

(2) Voir plus loin, à la Correspondance, p. 127.

» Le déplacement de l'acide carbonique par l'oxygène dégage donc :

$$CO^2MnO + O = MnO^2 + CO^2 \text{ dissous} : +3^{Cal},9 ; CO^2 \text{ gazeux} \ldots\ldots +1,1$$

Ainsi la réaction est facile à comprendre.

» De même, la décomposition du carbonate de protoxyde de fer par l'oxygène, formant, soit du peroxyde, soit de l'oxyde magnétique, ou tout autre oxyde intermédiaire. En effet :

$$2FeO + O = Fe^2O^3, \text{ dégage} : +26,6 ; \text{ soit } +13,3, \text{ pour } FeO$$
$$3FeO + O = Fe^3O^4, \text{ dégage} : +31,0 ; \text{ soit } +10,3, \text{ pour } FeO ;$$

tandis que l'union du protoxyde de fer et de l'acide carbonique dégage

$$CO^2 \text{ dissous} + FeO = CO^2, FeO + 5,0 ; CO^2 \text{ gazeux}.. \quad +7,8$$

7,8 étant plus petit que 10,3 et 13,3, la décomposition du carbonate ferreux par l'oxygène s'explique aisément.

» En fait, suivant l'excès relatif d'oxygène :

$$2(CO^2, FeO) + O = Fe^2O^3 + 2CO^2 \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots +11,0$$
$$3(CO^2, FeO) + O = Fe^3O^4 + 3CO^2 \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots +7,0$$

» Toutes ces réactions, fondamentales en Minéralogie, s'expliquent par la Thermochimie, qui montre pourquoi l'oxygène déplace l'acide carbonique dans les carbonates suroxydables de fer et de manganèse.

» Contrôlons cette théorie par les prévisions contraires auxquelles elle conduit dans d'autres cas, où les formules sont cependant pareilles. La théorie montre, en effet, que l'oxygène ne saurait déplacer l'acide carbonique dans le carbonate de baryte, à la température ordinaire et en formant du bioxyde de baryum : attendu que l'oxydation de la baryte

$$BaO + O = BaO \text{ dégage seulement} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots +6,0$$

tandis que l'union de cette base avec l'acide carbonique dégage trois fois plus de chaleur :

$$BaO + CO^2 \text{ gaz} = CO^2BaO \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots +28^{Cal},0$$

L'inégalité est telle qu'elle ne peut être comblée, même par la chaleur dégagée par la formation de l'hydrate de bioxyde (+9,1). Nous devons donc observer et nous observons en effet, avec le bioxyde de baryum, une réaction inverse de celle du bioxyde de manganèse : je veux dire la décomposition du bioxyde de baryum par l'acide carbonique.

» Mais ici interviennent de nouveaux phénomènes, dont l'interprétation n'est pas moins intéressante. En effet, l'écart thermique est tel, que si l'on opère à basse température et dans des conditions ménagées, soit

avec l'acide carbonique, soit et mieux avec l'acide chlorhydrique, il se produit, comme il arrive souvent, une combinaison intermédiaire : l'eau oxygénée, endothermique par elle-même (— 10,8), mais qui puise dans l'excès de chaleur, dégagée par la réaction de l'acide, l'énergie nécessaire à sa propre formation. A une température plus élevée, celle-ci n'aura pas lieu, l'eau oxygénée n'existant plus et le système tendant vers le dégagement thermique maximum.

» Le contraste entre les propriétés du bioxyde de baryum et celles du bioxyde de manganèse se retrouve encore ici et s'explique pareillement. En effet, la formation de l'eau oxygénée n'est pas possible, même comme composé intermédiaire, lorsqu'on opère avec le bioxyde de manganèse ou avec le peroxyde de fer, mis en présence d'un acide, parce qu'elle devrait s'effectuer avec absorption de chaleur.

$MnO^2 + HCl$ ét. $= MnCl$ diss. $+ HO^2$, absorberait.. $-10,7 + 11,8 - 10,8 = -9,7$
$Fe^2O^2 + 2HCl$ ét. $= 2FeCl$ diss. $+ HO^2$, absorberait.. $-26,6 + 21,4 - 10,8 = -16,0$

» Tandis que la réaction de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de baryum, d'après mes propres mesures,

HCl ét. $+ BaO^2 = BaCl$ dissous $+ HO^2$, dégage............. $+11,0$

d'après le calcul on aurait : $-6,0 + 27,8 - 10,8 = +11,0$.

» Cette opposition entre les peroxydes métalliques qui fournissent de l'eau oxygénée sous l'influence des acides et ceux qui n'en fournissent pas a été l'origine et le fondement expérimental le plus réel de la théorie célèbre des ozonides et des autozonides. On voit qu'elle s'explique par des considérations thermiques, corrélatives de celles qui déterminent le déplacement de l'acide carbonique par l'oxygène libre dans les carbonates ».

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences relatives aux troubles de la motilité produits par les lésions de l'appareil auditif.* Note de M. **Vulpian**.

« Les troubles du mouvement déterminés par les lésions de l'oreille interne ont été étudiés par un grand nombre d'expérimentateurs depuis qu'ils ont été découverts par Flourens. Ils sont plus difficiles à provoquer chez les mammifères que chez les oiseaux, et c'est pour cela que la plupart des expériences relatives à ces phénomènes morbides ont été pratiquées sur ces derniers animaux.

» On peut cependant obtenir, sur les mammifères, des effets aussi

accusés que chez les oiseaux, en introduisant certains liquides dans l'oreille : il est impossible, il est vrai, d'analyser par ce procédé, comme l'a fait Flourens, les résultats des lésions de telles ou telles parties de l'oreille interne; mais l'influence des altérations de l'ensemble de ces parties sur l'équilibration des mouvements se manifeste, chez les mammifères mis ainsi en expérience, avec une netteté et une intensité qui méritent, je crois, d'être signalées.

» Si l'on verse dans une des oreilles d'un lapin quelques gouttes d'une solution aqueuse de chloral hydraté à 25gr pour 100, il n'y a, en général, sur le moment même, qu'une faible irritation des parties touchées; cette irritation se traduit par un peu d'agitation; quelquefois, l'animal semble n'avoir éprouvé aucune sensation. L'oreille dans laquelle on a versé de la solution aqueuse de chloral est pendante presque dès le début.

» Ce n'est qu'au bout de douze à quinze minutes qu'apparaissent les troubles du mouvement. L'animal est tremblant et titubant; sa tête oscille de droite à gauche et *vice versa;* les membres se meuvent avec incertitude, et de temps à autre, surtout si on l'excite, le lapin tombe sur l'un ou l'autre de ses flancs, principalement sur le côté de l'opération. Un peu plus tard, la tête a subi une rotation assez prononcée autour de l'axe du cou, de telle sorte que la joue du côté opéré soit dirigée en bas vers le sol et l'autre joue en haut : à ce moment, l'animal commence à tourner un peu en marchant, du côté sain vers le côté opéré, en manège. Il peut ne pas se produire d'engourdissement chloralique bien reconnaissable ([1]). Il y a, par moment, une sorte de rhonchus trachéo-bronchique. Les muscles de la face ne tardent pas à s'affaiblir du côté opéré.

» Au bout de quelques heures, les troubles du mouvement sont des plus accusés, et le lendemain ils ont acquis leur maximum d'intensité. La rotation de la tête est devenue plus forte. L'animal tourne en roulant sur lui-même avec impétuosité : ce mouvement est aussi violent que celui qui est produit par les lésions d'un des pédoncules moyens du cervelet. Le lapin se déplace ainsi (son train postérieur étant dirigé vers l'observateur) du côté sain vers le côté opéré. Après quelques rotations autour de son axe longitudinal, l'animal s'arrête, la tête tournée comme il a été déjà dit, l'œil

---

([1]) L'introduction d'une petite quantité de chloral anhydre dans une des oreilles, chez un lapin, détermine bientôt un engourdissement chloralique plus ou moins profond, comme on pouvait le prévoir d'après les recherches de M. Brown-Séquard.

du côté non opéré regardant en haut, tandis que l'autre œil est dirigé en bas : les deux yeux exécutent des mouvements étendus de nystagmus vertical. Il n'y a pas le moindre indice de paralysie des membres, mais les muscles de la face du côté opéré sont paralysés. Dès que l'animal cherche à se déplacer ou chaque fois qu'on l'excite, le mouvement de rotation autour de l'axe du corps (roulement) se reproduit avec les mêmes caractères.

» Les phénomènes morbides conservent leur intensité pendant plusieurs jours, puis ils vont en s'affaiblissant peu à peu. La paralysie faciale persiste, tout aussi complète que le lendemain de l'opération.

» Un des animaux opérés a succombé au bout de quelques jours, en grande partie par inanition, parce que la déviation de sa tête l'empêchait de saisir facilement ses aliments. On avait constaté sur lui, comme on l'a vu aussi sur d'autres lapins opérés de même, que l'oreille, du côté non opéré, offrait aussi un certain degré de congestion et d'irritation; on y trouvait un peu de pus; mais l'inflammation n'avait pas pénétré plus loin que le fond du conduit auditif externe. Du côté opéré, au contraire, il s'était fait une destruction de la membrane du tympan; l'oreille moyenne était remplie de pus; les cavités de l'oreille interne étaient extrêmement congestionnées et les membranes y étaient aussi en voie de suppuration. L'examen de la surface interne du crâne, de la dure-mère, des autres membranes sous-jacentes et des diverses parties de l'encéphale, n'a pas révélé la plus légère lésion, pas même la moindre congestion locale. Le nerf facial du côté de l'opération était, dans tous les points, en voie d'altération.

» Sur un lapin, on a versé quelques gouttes de solution aqueuse de chloral hydraté dans chacune des deux oreilles. Le développement des accidents morbides n'a pas été plus rapide que dans les cas où l'on n'agissait que sur une seule oreille; mais ces accidents n'ont plus été les mêmes. On a bien observé, au bout d'un quart d'heure, un peu de titubation de l'animal; mais, un peu plus tard, au lieu d'une tendance à la rotation en manège, on constatait une tendance à renverser la tête en arrière et à marcher à reculons. La tête ballotait à droite et à gauche, beaucoup plus que chez les animaux dont il a été jusqu'ici question. Ces phénomènes se sont accentués encore plus le lendemain et les jours suivants; mais il n'y a pas eu de rotation autour de l'axe longitudinal : trois jours après l'opération, l'animal tournait parfois autour de son train postérieur, en rayon de roue, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant qu'on l'avait poussé dans un sens ou dans un autre; dès qu'il s'arrêtait, il vacillait fortement sur lui-

même pendant quelques instants; il n'offrait pas de nystagmus; les deux côtés de la face étaient paralysés.

» Les mêmes expériences répétées sur des chiens et sur un cobaye n'ont donné que des résultats bien peu nets, comparativement à ce qu'on avait observé chez les lapins. Il y a là des différences de résistance des membranes de l'appareil auditif à la pénétration des liquides irritants, qui suffisent sans doute à expliquer les dissemblances de l'action du chloral hydraté chez ces divers animaux.

» Les expériences faites à l'aide du chloral hydraté sur l'oreille des lapins permettent donc d'assister à l'évolution des troubles moteurs déterminés par les lésions irritatives de l'appareil auditif. On voit ces troubles devenir de plus en plus marqués à mesure que l'agent irritant pénètre de plus en plus profondément, et l'on constate que ces troubles acquièrent une grande violence lorsque les cavités de l'oreille interne sont atteintes à leur tour. D'après les nombreuses expériences que j'ai faites par d'autres procédés pour étudier ces phénomènes morbides chez diverses sortes de mammifères, il me paraît même vraisemblable que les premières modifications bien nettes de l'équilibration des mouvements sont déjà dues, chez les lapins opérés à l'aide du chloral, à l'action du chloral sur l'oreille interne. On doit admettre que cette substance traverse très rapidement par imbibition la membrane du tympan et se met en rapport, par l'intermédiaire des membranes de la fenêtre ovale et de la fenêtre ronde, avec les canaux semi-circulaires et le limaçon. L'intensité croissante des troubles moteurs a sans doute pour cause l'augmentation progressive de l'irritation de ces parties profondes, et, en particulier, du vestibule et des canaux semi-circulaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les unités complexes.*
Note de M. L. **Kronecker**.

« Une Lettre de Lejeune-Dirichlet, adressée à Liouville et insérée dans les *Comptes rendus* de 1840 (t. X, p. 285), contient les premières Communications de l'illustre géomètre sur ses recherches concernant les unités complexes. Jamais on n'avait encore abordé dans toute leur généralité ces belles questions, qui comptent parmi les plus élevées de l'Arithmétique. Lejeune-Dirichlet se sert, pour les résoudre, de méthodes à la fois simples et fécondes. Dans ces recherches comme dans tant d'autres, il fait plutôt

usage de la puissance admirable de sa pensée que de sa connaissance profonde des méthodes analytiques. Il trouve ainsi la voie la plus directe qui conduit au résultat.

» Lejeune-Dirichlet a communiqué plus tard à l'Académie de Berlin trois Notes (*Monatsberichte*, octobre 1847, avril 1842, mars 1846) dans lesquelles il donne les résultats principaux de ses recherches sur les unités complexes, mais indique seulement les démonstrations. Dans la Note de 1846, il désigne comme point capital de cette théorie que, si les valeurs absolues différentes des racines de l'équation fondamentale sont en nombre h, on peut trouver $(h-1)$ unités complexes indépendantes.

» Dans les Leçons sur la théorie arithmétique des formes algébriques que j'ai données à l'Université de Berlin en février et mars 1882, j'ai exposé dans tous ses détails la théorie des unités complexes et j'ai surtout cherché à mettre en pleine lumière la cause du succès des méthodes employées par Lejeune-Dirichlet. A cet effet, j'ai spécialement développé les considérations générales indiquées dans la Note de 1842. Le titre de cette Note, *Généralisation d'un théorème concernant les fractions continues et applications à la théorie des nombres*, indique déjà sa grande portée. J'ai été ainsi amené à modifier sensiblement la démonstration du point capital énoncé dans la Note de 1846 et à éclaircir notablement les méthodes de Lejeune-Dirichlet.

» Il m'a semblé que le résultat de mes recherches pourrait offrir quelque intérêt aux géomètres qui s'occupent de la théorie des nombres. C'est pourquoi j'entreprends de communiquer à l'Académie les développements que j'ai donnés l'hiver dernier à mes auditeurs. L'un d'eux, M. J. Molk, a bien voulu mettre à ma disposition les parties correspondantes de mon Cours, qu'il a rédigées avec soin; il m'a, de plus, été fort utile en m'aidant à la rédaction de ce Mémoire.

» **1.** Désignons par $w', w'', \ldots, w^{(n)}$ des nombres entiers quelconques, et par $z', z'', \ldots, z^{(n)}$ des quantités réelles ou complexes telles, qu'une équation de la forme $w'z' + w''z'' + \ldots + w^{(n)}z^{(n)} = 0$ ne puisse avoir lieu que si tous les w sont nuls. Donnons aux w m systèmes de valeurs, et formons les expressions correspondantes $w'z' + w''z'' + \ldots + w^{(n)}z^{(n)}$; par hypothèse, elles sont inégales; si nous les partageons en t groupes arbitraires, l'un d'eux au moins en contiendra $\frac{m}{t} + p$, où $p \geqq 0$.

» **2.** Si donc nous considérons ν systèmes

$$z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, \nu),$$

et si nous partageons en t_α groupes arbitraires les m valeurs correspondantes (w, z_α) pour $\alpha = 1, 2, \ldots, \nu$, où

$$(w, z_\alpha) = w' z'_\alpha + w'' z''_\alpha + \ldots + w^{(n)} z^{(n)}_\alpha \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, \nu),$$

il y aura, parmi les t_1 groupes considérés, au moins un groupe G_1 contenant $\frac{m}{t_1} + p_1$ des valeurs (w, z_1). En posant $\frac{m}{t_1} + p_1 = m_1$, nous obtenons ainsi m_1 des m systèmes (w) et, par suite, m_1 valeurs correspondantes (w, z_2), dont $\frac{m_1}{t_2} + p_2$, où $p_2 \geqq 0$, sont sûrement contenus dans un des t_2 groupes déjà définis. Nommons ce dernier groupe G_2; si nous posons $\frac{m_1}{t_2} + p_2 = m_2$, il est d'ailleurs bien évident que $m_2 \geqq \frac{m}{t_1 t_2}$. En répétant plusieurs fois le même raisonnement, on trouve m_ν systèmes

$$w'_\rho, \; w''_\rho, \; \ldots, \; w^{(n)}_\rho \quad (\rho = 1, 2, \ldots, m_\nu);$$

les m_ν expressions correspondantes (w_ρ, z_1) font partie d'un même groupe G_1, et en général les m_ν expressions (w_ρ, z_α) font partie d'un même groupe G_α pour chacune des valeurs $\alpha = 1, 2, \ldots, \nu$. On a d'ailleurs, $E(x)$ étant le plus grand entier contenu dans x,

$$m_\nu \geqq E\left(\frac{m}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}\right),$$

où t_α désigne le nombre des groupes arbitraires formés par les différentes valeurs des expressions (w, z_α).

» Il est bon d'observer que quelques-uns des systèmes $(z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha)$ peuvent être imaginaires conjugués ou même identiques.

» 3. Nous pouvons considérer chacun des m systèmes $(w', w'', \ldots, w^{(n)})$ comme un point d'une variété $n^{\text{ième}}$, et chacune des valeurs correspondantes (w, z_α) comme un point dans le plan (α) des quantités complexes. Dans la variété $n^{\text{ième}}$, nous formerons une *région* (W), contenant les m points $(w', w'', \ldots, w^{(n)})$, et dans chaque plan (α) une *région* (R_α), contenant les m points (w, z_α). Nous partagerons ensuite, d'une manière arbitraire, chaque région (R_α) en t_α *domaines*. Il y aura alors, d'après ce que nous avons démontré, au moins $E\left(\frac{m}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}\right)$ points $(w'_\rho, w''_\rho, \ldots, w^{(n)}_\rho)$ tels que leurs correspondants (w_ρ, z_α), où $\rho = 1, 2, \ldots, m_\nu$ soient contenus dans un même domaine (G_α) pour $\alpha = 1, 2, \ldots, \nu$.

» **4.** Soit T_α la distance maximum de deux points quelconques (w, z_α) du domaine (G_α). Il est manifeste que

$$|(w_\rho - w_1, z_\alpha)| \leqq T_\alpha \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, \nu).$$

On sait que $|x|$ désigne la valeur absolue de x.

» Comme l'indice ρ ne peut prendre que les valeurs $2, 3, \ldots, m_\nu$, il y a $m_\nu - 1$ expressions $(w_\rho - w_1, z_\alpha)$; et l'on voit que, pour $m_\nu > \frac{m}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}$, on a

$$m_\nu - 1 \geqq E\left(\frac{m}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}\right),$$

tandis que

$$m_\nu - 1 = E\left(\frac{m-1}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}\right)$$

pour $m_\nu = \frac{m}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}$. Dans ce dernier cas, les valeurs de (w, z_α) sont réparties uniformément dans les $t_1, t_2, \ldots, t_\nu$ groupes que l'on définit comme ensemble de tous les points (w) auxquels correspondent les points qui, pour chaque plan (α), sont situés dans un seul domaine. Nous pouvons donc écrire l'inégalité

$$m_\nu - 1 \geqq E\left(\frac{m-1}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}\right).$$

5. Si l'on prend pour chacun des $w^{(k)}$ les nombres entiers consécutifs

$$b^{(k)} + 1, \; b^{(k)} + 2, \; \ldots, \; b^{(k)} + s^{(k)},$$

les valeurs absolues des différences $(w_\rho^{(k)} - w_1^{(k)})$ sont plus petites que $s^{(k)}$. Nous avons donc $m_\nu - 1$ expressions (c_ρ, z_α), où

$$(c_\rho, z_\alpha) = c'_\rho z'_\alpha + c''_\rho z''_\alpha + \ldots + c_\rho^{(n)} z_\alpha^{(n)},$$

dont les valeurs absolues ne surpassent pas les limites T_α, les entiers $|c_\rho^{(k)}$ restant plus petits que $s^{(k)}$. D'ailleurs $m_\nu - 1$ est au moins égal à

$$E\left(\frac{s' s'' \ldots s^{(n)} - 1}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}\right).$$

En particulier, si les nombres $s^{(k)}$ sont tous égaux à rt, on voit qu'il existe au moins

$$E\left(\frac{r^n t^n - 1}{t_1 t_2 \ldots t_\nu}\right)$$

expressions (c_ρ, z_α) telles que nous ayons à la fois

$$|c_\rho^{(k)}| < rt \quad \text{et} \quad |(c_\rho, z_\alpha)| \leqq T_\alpha.$$

» Il est d'ailleurs facile de remplacer les T_α par d'autres limites, susceptibles d'une interprétation plus élégante. On prendra d'abord pour région (R_α) un rectangle dont les côtés sont parallèles aux axes des coordonnées et passent par les points extrêmes considérés; on partagera ensuite (R_α) en θ_α^2 rectangles semblables à (R_α) et égaux entre eux. Alors, si D_α est la diagonale de (R_α), chacun de ces rectangles aura une diagonale $\frac{D_\alpha}{\theta_\alpha}$ au moins égale à T_α. Si, d'autre part, nous introduisons des variables $v', v'', \ldots, v^{(n)}$, l'ensemble des points $v', v'', \ldots, v^{(n)}$, où chaque $v^{(k)}$ prend toutes les valeurs comprises dans un intervalle égal à l'unité, forme un *prismatoïde* (P) dans la variété $n^{\text{ième}}$ (v). Ce prismatoïde (P) détermine dans chaque plan (α) une région finie renfermant tous les points (v, z_α). Nous pouvons donc construire un rectangle, à côtés parallèles aux axes coordonnés, de manière que cette région y soit contenue tout entière. Nous nommerons S_α la diagonale de ce rectangle. Alors, en posant

$$w^{(k)} = rtv^{(k)} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

nous définissons des points (v) situés dans un prismatoïde (P) et par suite des points (v, z_α) situés dans le rectangle à diagonale S_α. Nous avons donc $D_\alpha < rtS_\alpha$, et, puisque $\theta_\alpha T_\alpha < D_\alpha$, il vient $\theta_\alpha T_\alpha < rtS_\alpha$, ce qui permet de remplacer l'inégalité $|(c_\rho, z_\alpha)| < T_\alpha$ par la suivante :

$$|(c_\rho, z_\alpha)| < \frac{rtS_\alpha}{\theta_\alpha},$$

dans laquelle, par définition, les S_α ne dépendent que des $n.\nu$ quantités $z_\alpha^{(n)}$ et où $\theta_\alpha^2 = t_\alpha$, à moins que le rectangle (R_α) ne se réduise à un segment de droite.

» 6. Supposons maintenant que, les $c^{(k)}$ désignant toujours des nombres entiers, et M un nombre essentiellement positif, l'inégalité

$$\prod_\alpha |(c, z_\alpha)| \geqq M \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, \nu)$$

ait lieu pour tout système des $c^{(k)}$ différent de zéro. Donnons aux $c^{(k)}$ *toutes* les valeurs telles que $|(c^{(k)})| < rt$, et formons les expressions correspondantes

(c, z_α). Nous pouvons envisager chacune d'entre elles comme différence de deux expressions (w, z_α), dans lesquelles les $w^{(k)}$ ne varient que de $b^{(k)}+1$ à $b^{(k)}+rt$; il en résulte que les expressions $|(c, z_\alpha)|$ sont plus petites que $rt\mathrm{S}_\alpha$; nous aurons donc

$$\frac{\mathrm{M}}{\prod_\alpha |(c, z_\alpha)|} \leqq \prod_\beta |(c, z_\beta)| < (rt)^{\nu-\lambda} \prod_\beta \mathrm{S}_\beta \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, \lambda;\ \beta = \lambda+1, \ldots, \nu).$$

» Pour les c_ρ, la limite supérieure peut être remplacée par

$$(rt)^{\nu-\lambda} \prod_\beta \frac{\mathrm{S}_\beta}{\theta_\beta} \qquad (\beta = \lambda+1, \ldots, \nu).$$

» Nous en déduisons les inégalités fondamentales

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{\mathrm{M}}{(rt)^{\nu-\lambda} \prod_\beta \mathrm{S}_\beta} < \prod_\alpha |(c, z_\alpha)| < (rt)^\lambda \prod_\alpha \mathrm{S}_\alpha \\ \dfrac{\mathrm{M}}{(rt)^{\nu-\lambda}} \prod_\beta \dfrac{\theta_\beta}{\mathrm{S}_\beta} < \prod_\alpha |(c_\rho, z_\alpha)| < (rt)^\lambda \prod_\alpha \dfrac{\mathrm{S}_\alpha}{\theta_\alpha} \end{array}\right\} \begin{array}{l}(\alpha = 1, 2, \ldots, \lambda;\quad \beta = \lambda+1, \ldots, \nu \\ \qquad \rho = 1, 2, \ldots, m_\nu).\end{array}$$

» Ce sont ces inégalités qui, pour $\lambda = 1$ et $\lambda = \nu$, nous indiqueront avec évidence comment on peut trouver un système complet de $(h-1)$ unités complexes indépendantes. Mais auparavant nous tirerons de ces inégalités quelques conséquences intéressantes, concernant la réduction approximative des équations irréductibles. »

PHYSIQUE. — *Examen de l'analogie entre les anneaux électrochimiques et hydrodynamiques et les courbes* $\Delta \mathrm{V} = 0$. *Meilleur procédé de discussion dans la méthode expérimentale.* Note de **M. A. Ledieu.**

« I. Les anneaux électrochimiques de Nobili s'obtiennent en soumettant une plaque métallique recouverte d'une solution aqueuse d'acétate de plomb à un courant électrique. Ce courant arrive par un conducteur dont l'extrémité comporte un ou plusieurs fils de platine, formant autant d'électrodes distinctes. On tient ceux-ci à $0^{\mathrm{m}},001$ environ au-dessus de la plaque, à la partie inférieure de laquelle est fixé le second rhéophore de

la pile. Des anneaux de contours et de teintes divers se forment et persistent autour des électrodes.

» De leur côté, les anneaux hydrodynamiques, réalisés par M. Decharme, se produisent sur une plaque de verre horizontale, recouverte d'une couche mince et uniforme de minium en suspension dans l'eau, et sur laquelle on fait arriver un ou plusieurs filets liquides tombant respectivement d'un tube de verre présenté verticalement à la distance de $0^m,010$ à $0^m,100$ du minium.

» L'observation *a priori* des deux sortes de phénomènes porte, dès l'abord, à induire qu'ils constituent des effets lumineux analogues. Mais un examen attentif montre que, dans le premier cas, on se trouve en présence de la formation électrolytique de lames minces de peroxyde de plomb *bombées* au centre. Dès lors, les anneaux sont assimilables comme teintes aux anneaux *transmis* de Newton, et nullement aux anneaux simplement réfléchis [1]. Dans le second cas, les faits expérimentés sont dus à un simple transport mécanique du dépôt pulvérulent sous l'action des courants liquides. Ici, il y a déformations *concaves* de la surface du minium; et, par suite, les circonstances sont toutes différentes des précédentes.

» Reste à comparer les formes des deux espèces de courbes. M. Guébhard a constaté, à l'aide de photographies, qu'elles rentrent les unes et les autres dans l'équation symbolique bien connue $\Delta V = 0$, réduite à deux dimensions. Cette formule, dans toute sa généralité, s'écrit

$$(1) \qquad \Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

» Dans les idées classiques actuelles, elle représente, pour des régimes permanents, les surfaces d'égale température, d'égal potentiel électrique, ou d'égal potentiel de vitesse d'un écoulement liquide : V y figure l'expression générale de la température, du potentiel électrique, ou du potentiel de vitesse v du liquide (s'il y en a un), en fonction des coordonnées d'un point quelconque du milieu considéré.

II. Mais l'appréciation d'analogie résultant de l'importante circonstance de similitude des courbes en vue doit se baser sur la notion dynamique de la température, et tenir compte de ce que le potentiel et le courant électriques ne sont que des symboles.

---

(1) Note de M. E. Becquerel, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XIII.

» On est ainsi amené, toujours pour des régimes permanents, aux inductions rationnelles suivantes, en complet accord avec nos conceptions antérieures [1] : 1° en chaleur, l'équation $\Delta V = 0$ correspond aux surfaces d'égale énergie vibratoire et oscillatoire des molécules ($V = A$); 2° en électricité, elle représente les surfaces d'égale énergie potentielle éthéro-pondérable des molécules ($V = p$); 3° en Hydrodynamique, l'équation s'adresse à des surfaces d'égale force vive de transport des molécules ($V = \frac{1}{2} v^2$); 4° les lignes enveloppes des diverses séries de normales aux surfaces dont il s'agit sont des lignes de propagation d'énergie. Les déductions et les expériences *a posteriori* qui devraient compléter le cycle du raisonnement dans la présente manière de voir font implicitement partie de résultats connus, que, pour abréger notre Note, nous ne reproduirons qu'en cas de discussion.

» III. Le groupe de phénomènes dont nous venons de nous occuper a été choisi par M. Decharme dans sa Communication du 18 décembre dernier, pour défendre itérativement le principe de l'assimilation du flux électrique à un flux liquide, soutenu dans sa Note du 13 novembre, et que j'ai alors combattu. Ma nouvelle investigation est encore défavorable à l'opinion de l'ingénieux expérimentateur.

» En tout état de cause, M. Decharme, au lieu de me prendre à parti sur une seconde question, eût dû bien circonscrire le débat, et réfuter méthodiquement ma Note du 27 novembre. Mais il a préféré se rejeter exclusivement sur une diversion, pour aboutir à une redite : « Les conceptions de » M. Ledieu sont choses *abstraites*; on ne doit raisonner en Physique que » sur des phénomènes, sans le secours d'hypothèses imaginaires; l'expé» rience est tout. » Or, dans mes Communications antérieures [2], j'ai amplement établi, à l'aide du cycle du raisonnement, que mes suppositions sont expressément rationnelles, et que leur réalité objective présente un degré de probabilité très satisfaisant et en parfaite harmonie avec les découvertes expérimentales de notre époque. La redite de M. Decharme demeure donc entièrement gratuite, sans compter qu'elle renferme cette curieuse antithèse : *on doit raisonner*, néanmoins l'*expérience est tout*.

» IV. Les découvertes de l'avenir pourront seules modifier la probabilité de la doctrine générale que je soutiens, et qui ramène l'expression de

---

[1] *Comptes rendus* du 2e semestre 1882, p. 753 et suivantes.

[2] *Comptes rendus*, 2e semestre 1882, p. 669, 753 et 1026.

toutes les lois phénoménales à quatre entités fondamentales, irréductibles et incognoscibles dans leurs essences respectives : le temps, l'espace, la masse et la force. Quelle que soit la théorie cohérente et complète qu'on voudra opposer à cette doctrine, il faudra aussi la soumettre au cycle du raisonnement. L'usage de ce cycle offre, en effet, le meilleur procédé de discussion dans la méthode expérimentale ; c'est le seul moyen d'apprécier le degré de probabilité de toute hypothèse, loi ou proposition primordiale, suivant le plus ou moins grand nombre d'ouvertures et de fermetures du cycle. D'ailleurs, la validité de chacune des quatre opérations de celui-ci repose, de même que toute augmentation possible, sur des évidences de fait et des évidences de raison, soit explicites comme immédiates, soit implicites comme contenues dans des démonstrations antérieures invoquées présentement. Eu égard à l'infirmité et à la diversité de l'esprit humain, ces évidences, surtout celles de raison, ne sauraient être *absolues*. Elles varient plus ou moins avec les individus et les époques; et leur valeur est expressément basée sur la quantité de suffrages qu'elles rallient de la part d'hommes compétents, sans parti pris, et surtout intelligents dans la science étudiée et dans celles d'où elle dépend. Pour les conceptions nouvelles, cela demande de la patience.

» Le cycle du raisonnement s'applique d'ordinaire sans erreur aux *lois d'effets*, pourvu qu'on conserve aux grandeurs considérées un caractère adéquate et homogène. Tel est ce qui se présente dans l'Optique moderne, où il n'est parlé que de vibrations, et dans l'ancienne théorie de la chaleur, où les quantités de l'espèce demeurent seules en présence de la température sans lien d'essence. Cette théorie n'est du reste devenue impuissante qu'au moment où l'on a eu reconnu l'équivalence mécanique du calorique.

» Dès qu'on mélange, dans le cours du cycle, des idées de force et de travail à des entités spécifiques de nature conservée inconnue, comme en Thermodynamique analytique et en électricité théorique, il faut y regarder de très près pour éviter de flagrantes contradictions ([1]); on est alors exposé à partir d'une induction fausse, puis à se tromper dans la déduction, et enfin à s'illusionner totalement, en arrivant par compensation d'erreurs à la prévision d'expériences parfaitement vérifiables *a posteriori*. Il importe donc de se mettre en garde contre le principe qui a cours aujourd'hui chez nombre

---

([1]) *Comptes rendus*, 2e semestre 1882, p. 619 et 1029.

d'auteurs : *qu'une loi se justifie par ses conséquences*. Cette justification est, à la vérité, *nécessaire* pour l'existence de la loi; mais elle n'est pas *suffisante*.

» V. Pourquoi substituer des arguments de sentiment à des preuves de raison, en se mettant pour cela à l'abri de noms illustres? Est-ce qu'à la grande personnalité de Newton on ne peut opposer des hommes célèbres, tels que Cauchy, Ampère et Faraday, dont les opinions, sur bien des points de la philosophie naturelle, se trouvent en désaccord avec celles de leur mémorable devancier? Ainsi, tous trois tenaient hautement pour la réalité objective des centres de force, qui du reste n'est pas indispensable à admettre dans la théorie vibratoire de la matière.

» En ce qui me concerne, je désire rester exclusivement sur le terrain d'une logique indépendante et en corrélation avec les données expérimentales de notre temps. Je n'emprunte les opinions des savants en renom d'un autre âge que quand elles sont appuyées sur d'incontestables arguments encore acceptables aujourd'hui. Je ne fais pas davantage appel à la communauté d'idées que je rencontre dans le présent auprès d'ingénieurs et de physiciens distingués; car elle n'a jusqu'ici été de leur part l'objet d'aucune argumentation précise. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur le mouvement des ondes courantes dans divers passages rétrécis, soit à l'intérieur, soit à l'extrémité d'un canal débouchant dans un réservoir;* par M. A. DE CALIGNY.

« J'ai présenté à l'Académie, en 1872 et 1873, des observations relatives aux effets des vagues entre des digues convergentes et au delà du passage que celles-ci laissent libre. Je crois utile de dire quelques mots des expériences ayant pour but de les compléter, et qui ont été faites dans l'Arsenal du grand port de Cherbourg, sur un canal factice où les ondes étaient produites par une machine à vapeur. J'ai déjà parlé de ce canal et des moyens d'y produire des ondes, pendant plusieurs heures, en les faisant mourir sur une plage inclinée (voir les *Comptes rendus* des séances de l'Académie des 23 décembre 1878 et 13 janvier 1879).

» J'avais d'abord principalement observé les mouvements qui se présentent à la surface de l'eau en ondulation. En général, quand on y répandait de la sciure de bois, des planches verticales étant disposées de manière à laisser entre elles un passage vers le milieu de la largeur du canal, elle était repoussée en arrière ou en avant; de sorte que la surface

était complètement nettoyée à d'assez grandes distances en amont et en aval de l'orifice dont il s'agit.

» Mais les phénomènes sont très différents au fond de l'eau, quand on y observe le mouvement des sables, soit qu'ils y aient été répandus d'avance, soit qu'on les ait saupoudrés pendant que le liquide était en ondulation. Le sable affecte d'ailleurs des formes géométriques très régulières, qui dépendent de la disposition des planches simulant des digues convergentes. Je me suis aperçu que la réaction des parois verticales changeait trop complètement la nature du phénomène pour qu'on pût apprécier loin des extrémités d'un canal les mouvements de l'eau entre des digues convergentes dont l'orifice rétréci déboucherait dans la mer.

» Je recommençai donc en disposant perpendiculairement aux parois verticales une planche inclinée, analogue à la vanne d'une roue verticale à aubes courbes de M. Poncelet. J'ai constaté de cette manière des effets très réguliers, indépendants des tourbillons latéraux. Le sable était repoussé en amont et en aval entre deux lignes parallèles, au lieu de conserver la trace des tourbillons d'ailleurs intéressants qui, notamment pour certaines dispositions des planches convergentes, se présentaient en aval. Mais cela ne suffisait pas encore, tout en éclairant déjà un peu la question.

» J'ai, en définitive, changé le sens du mouvement apparent des vagues en transportant à l'autre extrémité du canal l'appareil qui les produisait, et en disposant, à l'extrémité vers laquelle elles étaient désormais dirigées, un réservoir de même profondeur, mais beaucoup plus large. Les ondes arrivant dans ce réservoir y étaient très diminuées de hauteur, d'autant plus que, sur trois de ses parois, on avait disposé en les inclinant des espèces de grillages en fer appelés *caillebotis*. Cette disposition a permis de produire des ondes courantes pendant plusieurs heures, sans qu'on fût obligé d'employer pour les faire mourir une plage très inclinée, comme celle qui, dans les expériences précédentes, avait servi à diminuer leur réaction quand elles étaient dirigées dans un sens opposé.

» On a rétréci de moitié la largeur de la bouche du canal, au moyen d'une planche verticale appuyée par l'extrémité d'amont contre une de ses parois, et par l'autre contre une planche verticale, prolongement d'une des parois du réservoir. Cette disposition a permis de rejeter les vagues du côté où le réservoir était le plus large. Les sables répandus en amont, à une certaine distance de l'orifice précité et même assez près de cet orifice, n'ont pu pénétrer dans le réservoir. Une mince couche de sable, répandue à l'entrée de celui-ci, a été chassée comme par un courant, ainsi qu'on

pouvait s'y attendre d'après des considérations présentées par M. Cialdi, à une distance très notable de la bouche du canal. La marche générale du mouvement des sables, d'après un dessin qui m'a été envoyé, semblait indiquer même un courant assez régulier, quoique divers points eussent été plus complètement nettoyés que les autres.

» Il est à remarquer que le sable était chassé dans le réservoir assez loin par rapport à la largeur de l'orifice resté libre à la sortie du canal. Quant à la sciure de bois répandue à l'entrée du réservoir, elle était en peu de temps repoussée très loin.

» Je conviens que ces phénomènes de vagues, graduellement étranglées, peuvent différer notablement de ce qui se présenterait entre des digues convergentes, si la largeur de l'orifice qu'elles laisseraient entre elles était très grande par rapport à la profondeur de l'eau. Mais les expériences de ce genre pourront bientôt, je l'espère, être répétées sur une beaucoup plus grande échelle et être disposées de manière que les résultats puissent se rapprocher davantage des conditions de la pratique.

» L'angle de la planche verticale précitée avec la longueur du réservoir suffit seul pour modifier notablement des phénomènes dépendant sans doute des tourbillons. Ainsi, d'après un dessin que je viens de recevoir, on trouverait des saillies de $0^{m},002$ à $0^{m},003$ de hauteur à peu près à des endroits où le sable était balayé pour un angle différent de cette planche, quand sa longueur était diminuée.

» Il est donc bien entendu que l'on ne peut pas se permettre de généraliser les résultats obtenus de cette manière, quoiqu'il soit intéressant d'en signaler quelques-uns, quand cela ne serait que pour fixer les idées sur la manière dont on doit diriger ce genre d'observations.

» Cette Note a seulement pour but d'éviter toute chance d'erreur, quant à l'interprétation de celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* précités. Il était essentiel de faire remarquer la différence entre les phénomènes qui résultent d'un étranglement à l'extrémité du canal débouchant dans un réservoir suffisamment large, et ceux qui résultent d'un étranglement à une grande distance de cette extrémité. Dans ce dernier cas, il y a même des formes d'orifice pour lesquelles on trouve beaucoup de sable dans la portion rétrécie. Or, à l'extrémité du canal, des étranglements analogues empêchent le sable de passer et sont une cause de chasse très puissante dans l'intérieur du réservoir.

» Quand on rétrécit la bouche de sortie du canal de manière à ne lui laisser que le quart de la largeur de celui-ci, on augmente la distance à

laquelle le sable est chassé dans le réservoir par rapport à la largeur de ce qui reste de la bouche de sortie, et le sable est chassé plus complètement assez loin de cet orifice.

» Les phénomènes sont d'ailleurs influencés par des conditions qui, au premier aperçu, semblent sans importance. Ainsi une très petite augmentation de profondeur dans le réservoir conduit à des résultats notablement différents de ce qui arrive lorsque la profondeur est rigoureusement la même dans le réservoir et dans le canal, et que l'on a préalablement déposé dans ce réservoir, près de la bouche de ce canal, une couche de sable sur laquelle agissent ensuite les ondes qui ont traversé le passage rétréci.

» Ces recherches ont été entreprises pour étudier l'influence que peuvent avoir des digues convergentes d'après une idée du savant hydraulicien M. Cialdi, dont la perte si regrettable n'a pas encore été, je crois, annoncée à l'Académie. M. Castagnola est chargé de la publication de ses manuscrits, et de la traduction en français de son grand Ouvrage sur les ondes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de proposer une question pour le prix Gay, à décerner en 1884.

MM. d'Abbadie, Daubrée, Boussingault, Perrier, Cosson réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de proposer une question pour le prix Vaillant, à décerner en 1884.

MM. Bertrand, Dumas, Fizeau, H.-Milne Edwards, Jamin réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

GÉOMÉTRIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. de Salvert, *sur les ombilics coniques.*

(Commissaires : MM. Bouquet, C. Jordan rapporteur.)

« Le Mémoire de M. de Salvert a pour objet l'étude de la courbure des sections faites dans une surface $F(x, y, z) = 0$, en un de ses points singuliers,

par des plans passant par l'axe du cône du second degré, lieu des tangentes à la surface.

» Chacune de ces sections est évidemment formée de deux branches, se croisant au point multiple, ayant pour tangentes deux génératrices opposées du cône. A chacune de ces génératrices correspond ainsi une branche de courbe unique, dont on peut se proposer de déterminer la courbure.

» L'auteur résout cette première question par une formule élégante et simple, dont il fait ressortir l'analogie avec l'expression connue des rayons de courbure des sections normales pour un point ordinaire. Après avoir donné l'application de cette formule aux points singuliers de la surface des ondes, il passe à la recherche des conditions nécessaires pour que le point singulier considéré soit un *ombilic conique*, c'est-à-dire un point tel : 1° que le cône tangent soit de révolution ; 2° que les branches de courbe qui correspondent à ses diverses génératrices aient toutes la même courbure.

» La première de ces deux conditions exige, comme on sait, six équations, dont la première exprime que le point (x, y, z) est sur la surface, les trois suivantes, que c'est un point singulier, les deux dernières, que le cône tangent est de révolution.

» M. de Salvert montre que la deuxième condition entraîne six nouvelles équations, où figurent les dérivées du troisième ordre de la fonction F. Les formules définitives qu'il obtient, bien qu'assez compliquées, sont intéressantes et ne paraissent pas susceptibles de simplification. Elles sont d'ailleurs entièrement nouvelles.

» La multiplicité même des équations de condition trouvées par l'auteur montre que les points qu'il a étudiés sont d'une nature bien spéciale, et se rencontreront bien rarement dans l'étude des surfaces. On doit toutefois rendre hommage à l'habileté dont il fait preuve dans le maniement de ses nombreuses formules. Nous avons donc l'honneur de proposer à l'Académie de lui voter des remerciements pour son intéressante Communication, et de l'encourager à persévérer dans ses recherches sur la théorie des surfaces. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Sur la précision des longitudes déterminées en faisant usage de la nouvelle méthode chronométrique.* Note de M. DE MAGNAC.

« Plusieurs fois j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de mes études sur les chronomètres, d'après la méthode de M. Villarceau, pour arriver à la détermination exacte des marches de ces instruments. Les longitudes obtenues au moyen de la nouvelle méthode étaient certainement très satisfaisantes; cependant on n'avait pu, faute de connaître les longitudes parfaitement exactes des points d'observation, constater le degré extrême de précision auquel les chronomètres peuvent conduire, lorsqu'on détermine leurs marches au moyen du nouveau procédé.

» La détermination télégraphique des longitudes de la côte du Brésil et de Montevideo, effectuée en 1878-79 par MM. Green, Davis et Norris, officiers américains, est venue fournir des nombres qui permettent d'apprécier le degré de précision avec lequel ont été obtenues les longitudes déterminées à bord du *Jean-Bart*, pendant les deux campagnes de 1871-72 et de 1872-73.

» Je reproduis dans le Tableau suivant les longitudes obtenues à bord du *Jean-Bart*, longitudes qui se trouvent dans une brochure intitulée : *Recherches sur l'emploi des chronomètres à la mer* (²), dont j'ai fait hommage à l'Académie en 1874; j'y joins les longitudes télégraphiques.

Lieux d'observations du *Jean Bart*.		Longitudes chronométriques.	Longitudes (¹) télégraphiques.	Longitudes chronométr. moins longitudes télégraph.
		h m s	h m s	
Bahia, Fort San Marcello........	1871	2.43.24,4 O.	2.43.25,7 O.	−1,3
Montevideo, tour S.-E. de la cathédrale.	1871	3.54. 9,5 O.	3.54.10,0 O.	−0,5
Bahia, Fort San Marcello..........	1872	2.43.26,7 O.	2.43.25,7 O.	+1,0
Rio-de-Janeiro, Fort Villegagnon....	1872	3. 1.58,0 O.	3. 1.59,1 O.	−1,1

(¹) Paris, Gauthier-Villars, 1874.

(²) Ces nombres ont été obtenus en appliquant aux longitudes publiées dans les *Annales hydrographiques de* 1880 les réductions nécessaires pour en déduire les longitudes des points désignés dans le présent tableau. Les éléments de ces réductions ont été empruntés à diverses publications, mais l'espace nous manque pour les présenter ici avec les détails nécessaires.

» Notre tableau montre que les différences entre les longitudes chronométriques et télégraphiques sont toutes d'une petitesse remarquable : on ne saurait attribuer ces résultats à un simple effet du hasard; d'ailleurs la moyenne des deux longitudes chronométriques de Bahia n'est en erreur que de $0^s,15$. Il est certainement impossible de demander un résultat plus précis, surtout quand on considère que les nombres de jours de mer, pour aller de France à Bahia, ont été de 46 en 1871 et de 42 en 1872. Ces nombres montrent que le calcul des marches des chronomètres pendant ces traversées n'a pu produire que des erreurs de $0^s,028$, $0^s,024$ par vingt-quatre heures; erreurs d'un degré de petitesse que les anciennes méthodes ne pourraient atteindre.

» Il est assurément regrettable que nous ne puissions présenter que quatre résultats; nous nous empresserons d'en ajouter d'autres dès que de nouvelles déterminations télégraphiques nous le permettront.

» Ce que nous venons de dire ne se rapporte qu'aux longitudes déterminées par interpolation : en d'autres termes, on s'est servi des marches observées à terre avant le départ et après l'arrivée aux points d'observation, pour calculer les coefficients du développement de la marche diurne en fonction du temps et de la température, développement qui a fourni ensuite les marches diurnes employées dans le calcul des longitudes. Ces résultats offrent un intérêt géographique considérable et cependant moins important, au point de vue de la navigation proprement dite, qu'une bonne solution du problème des atterrissages. Dans cette question il ne peut être fait usage de l'interpolation qui vient d'être indiquée : alors, on a recours à l'extrapolation; c'est-à-dire que les coefficients du développement des marches reposent sur des observations faites à terre, uniquement avant le départ. Dans le problème des atterrissages, on ne peut donc pas espérer des résultats aussi précis que ceux qui se déduisent de l'interpolation; mais on verra dans un instant qu'ils suffisent largement aux besoins de la navigation : l'emploi des anciennes méthodes serait loin d'atteindre une aussi grande exactitude.

» J'ai publié la liste des atterrissages du *Jean-Bart* et de la *Renommée*; ils sont certainement très satisfaisants; mais je ne parlerai que de ceux dont on peut apprécier exactement la précision, par la raison que les longitudes des lieux d'arrivée ont été déterminées télégraphiquement; et cela, à une époque postérieure aux dates de mes publications. A bord de la *Renommée*, en 1875, l'erreur d'atterrissage : 1° à Alger, après onze jours de mer, n'a été que de $0^s,7$; à Madère, après quarante et un jours de traversée,

cette erreur a été de $1^s,7$ seulement. Mais le plus remarquable de tous les atterrissages a été fait par le *Jean-Bart*, en 1873, au terme d'une traversée de cinquante-neuf jours, entre le cap de Bonne-Espérance et Lisbonne : l'erreur de cet atterrissage n'a été, malgré l'extrapolation, que de $7^s,2$; soit, en longueur itinéraire, de $2^{km},6$, erreur absolument insignifiante au point de vue de la navigation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de la Marine et des Colonies** transmet à l'Académie un Rapport sur les effets produits par la foudre au camp Jacob, pendant un violent orage qui a éclaté à la Guadeloupe, dans la nuit du 11 au 12 septembre 1882.

Ce Rapport, qui est accompagné de diverses pièces à l'appui, et de deux plans des édifices qui ont été atteints, contient, en particulier, le passage suivant :

« Le 12 septembre, au matin, on constatait que la foudre avait crevé, dans la galerie d'un bâtiment de l'hôpital, une petite voûte en briques, en projetant à quelque distance des débris de briques, de béton et de carreaux; le personnel de l'hôpital avait ressenti l'impression du passage de la foudre sous la galerie.

» Les dégâts étaient insignifiants, mais il semblait extraordinaire que la foudre eût ainsi marqué son passage sur un bâtiment protégé par un paratonnerre en bon état, qui n'avai éprouvé aucune avarie, et dont le conducteur était sur l'autre face du bâtiment, tandis qu'à quelques pas du même point se trouvaient des arbres dont aucun n'avait souffert. La chute directe de la foudre sur le point frappé ne semblait donc point admissible. Mais, en examinant les lieux, comme le montre le croquis annexé à la Note ci-jointe, on remarquait que le passage de la foudre s'expliquait par une interruption de communication entre deux parties métalliques, l'une, la balustrade de la galerie, l'autre, un tuyau coudé en fonte amenant l'eau dans la salle des douches, et situé dans un plan passant par le trou constaté dans la voûte. »

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

M. **Anquetin** adresse divers documents relatifs à la question de l'uniformité de l'heure universelle.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Alph. Picard** obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat divers Mémoires de Mathématiques, sur lesquels il n'a pas été fait de Rapports.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui adresser une liste de candidats pour la chaire de Mathématiques, actuellement vacante au Collège de France, par le décès de M. *Liouville*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

ASTRONOMIE. — *La périodicité des comètes.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.** (Extrait.)

« L'apparition des comètes a été l'objet d'une étude sur les époques de périhélies et leur distribution dans les saisons de l'année, publiée dans les *Annali dei Spettroscopisti italiani.* Depuis, je crois avoir découvert une périodicité dans les époques observées des périhélies. J'ai dépouillé le grand Catalogue des orbites cométaires de M. Mädler, comprenant vingt-trois siècles; cet examen m'a semblé indiquer dans les dates une périodicité de 13 jours. Mais les observations anciennes ne sont ni assez rigoureuses ni assez nombreuses pour donner la date du périhélie avec précision; c'est pourquoi j'ai repris cette étude avec les observations modernes qui présentent un degré de précision suffisant pour fournir la date à un jour près, pour les comètes observées entre 1877 et 1882. En plaçant les observations dans l'ordre historique, on peut en déduire les dates intermédiaires des périhélies.

Table des périhélies des comètes observées depuis 1877.

Années.	Comètes.	Dates.	Intervalles d'un périhélie à l'autre.	Différence.
			1877 +	
			j	j
1877.	D'Arrest	Mai 10,37.........	130,37	
	Coggia	Juin 27,11........	178,11	37,74
	Coggia	Septembre 11,45....	254,45	76,34
			1878 +	
1878.	Swift	Juillet 20,73.......	201,73	{ 312,54
	Encke	Juillet 26,15.......	207,15	{ 307,12
	Temple	Septembre 7,28....	250,28	48,55

Années.	Comètes.	Dates.	Intervalles d'un périhélie à l'autre. 1879 +	Différence.
			j	j
1879.	Brorsen	Mars 30,57........	89,57	204,54
	Swift	Avril 28,07........	118,07	28,50
	Hartwig	Août 29,28........	241,28	123,21
	Palisa	Octobre 4,67......	277,67	36,39
			1880 +	
1880.	Gould	Janvier 27,48.....	27,48	115,06
	Schäberle	Juillet 1,78........	182,78	155,30
	Hartwig	Septembre 6,92 ...	249,92	67,14
	Swift	Novembre 8,03....	312,03	62,11
	Pechüle	Novembre 9,45.....	313,45	63,53
			1881 +	
1881.	Faye	Janvier 22,70......	22,70	{ 74,25 75,67
	Swift	Mai 20,55.........	140,55	117,85
	Schäberle	Août 22,77........	234,77	94,22
	Denning	Septembre 13,43...	256,43	21,66
	Bernard	Septembre 14,42...	257,42	22,65
	Tebbutt	Septembre 18,78...	261,78	27,01
	Encke	Novembre 15,10....	319,10	57,32
	Swift	Novembre 19,70....	323,70	61,96
			1882 +	
1882.	Wells	Juin 10,56........	161,56	203,07
	Grande	Septembre 17,14...	260,14	98,58

» En divisant les intervalles de temps des périhélies par des nombres entiers, j'obtiens la durée de la période :

Table des intervalles périhéliques.

Années.	Intervalles.	Diviseur.	Période.
			j
1877.	37,74.........	3	12,58
	76,34.........	6	12,72
1878.	307,52........	25	12,28
	312,54........	25	12,50
	48,55.........	4	11,14
1879.	204,54.........	16	12,78
	28,50.........	2	14,25
	123,21.........	10	12,32
	36,39.........	3	12,13

Années.	Intervalles.	Diviseur.	Période.
1880.	115,06	9	12,78
	155,30	12	12,94
	67,14	5	13,43
	62,11	5	12,42
	63,53	5	12,71
1881.	74,15	6	12,38
	75,67	6	12,61
	117,55	9	13,09
	94,22	7	13,46
	21,66	2	10,83
	22,65	2	11,32
	27,01	2	13,50
	57,32	5	11,46
	62,96	5	12,39
1882.	203,07	16	12,69
	98,58	8	12,32
	Valeur moyenne de la période		12,56

» En tenant compte des observations nombreuses de taches solaires, on trouve, pour la valeur la plus précise de la durée d'une demi-rotation du Soleil, $\frac{t}{2} = 12^j,568$. La période moyenne évidente obtenue par l'intervalle de temps des dates périhéliques des comètes n'en diffère que de

$$\Delta t = 0^j,008,$$

ce qui montre la concordance de ces deux valeurs, obtenues par des voies si diverses; la différence ne dépasse pas $6^m,48$.

» J'en tire deux conclusions importantes, pour la connaissance de la nature et des mouvements de ces astres mystérieux :

» 1° L'origine des comètes doit être liée intimement à la rotation du Soleil; car, depuis l'époque de leurs formations successives, il doit s'être écoulé un nombre pair ou impair de demi-rotations du Soleil. Supposons qu'il y ait deux points à la surface solaire, distants en longitude héliocentrique de 180° sensiblement, comme on l'observe à la surface de la Terre, savoir la région où les cyclones prennent naissance, près de l'île Saint-Thomas, et celle de la mer des Indes d'où viennent les typhons; nous pouvons expliquer la formation des comètes par des explosions énormes, chassant les matières des protubérances à des centaines de milliers de kilomètres. Les chocs doivent se propager au bord de la couronne, et chasser la matière peut-être météorique de la couronne devant elle.

» Supposons d'ailleurs que des météorites assez grosses se meuvent autour du Soleil, près des bords de la couronne. Leur attraction peut prévaloir sur l'attraction solaire, sous l'action additionnelle de ces chocs énormes; il peut se produire ainsi une agglomération de la matière coronale autour du noyau météorique, et la tête de la comète peut prendre naissance; mais l'attraction et le mouvement de la masse ainsi agglomérée peuvent entraîner avec elle de la poussière météorique et des particules minimes de la matière coronale : c'est ce qui produit la chevelure et la queue. Les résistances, les chocs continuels du noyaucontre la matière météorique, dont le voisinage du Soleil fourmille, font rapidement croître l'étendue de la queue et produisent l'apparence contournée des queues cométaires.

» 2° La périodicité des périhélies nous montre d'ailleurs que la loi générale du mouvement des planètes s'applique également aux comètes; mais alors la durée T de la révolution des comètes doit être un multiple de la durée de la demi-rotation du Soleil $\frac{t}{2}$,

$$T = n \times \frac{t}{2} \quad \text{ou} \quad \frac{2T}{n} = t.$$

» Voyons comment s'accordent les résultats des observations avec cette loi. Je l'applique aux comètes périodiques bien connues, et contenues dans la Table suivante :

Tables de la durée de révolution des comètes périodiques.

Comètes.	Durées des révolutions. (ans)	Diviseurs.	Durée de la période. (j)
Encke	3,285	95	12,630
Brorsen	5,483	159	12,383
Winnecke	5,591	162	12,650
Tempel	5,963	173	12,589
D'Arrest	6,567	191	12,558
Biéla boréale	6,587	191	12,596
» australe	6,629	193	12,545
Faye	7,413	215	12,593
Tuttle	13,811	401	12,580
Halley	76,370	2219	12,570
Valeur moyenne de la période			12,5694
» observée de la demi-rotation θ			12,5680
Δp			+ 0,0014

» Cette différence minime de $2^{m},02$ montre l'accord entre la loi sup-

posée et entre les données d'observation; elle est encore beaucoup plus petite que la différence déduite des dates des périhélies, car la durée de révolution peut être plus précise que les dates des périhélies.

» Il me semble juste de conclure, de cet accord, que les comètes sont des planètes qui prennent naissance sous l'action affaiblie du Soleil : elles ne transportent dans l'espace que des quantités moindres de matières, parce que l'activité du Soleil, amoindrie pendant la durée des siècles, ne peut plus chasser à la fois dans l'espace des masses aussi considérables que celles qui forment les planètes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Addition à une Note sur les nombres premiers;* par M. R. **Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre à M. Hermite.)

« Permettez que je vous expose une application d'un de mes théorèmes, en considérant l'exemple suivant :

» Soit $n = 30$; alors les nombres premiers $a, b, c \leqq \sqrt{30}$ sont 2, 3, 5; les nombres premiers $p, q, \ldots, s > \sqrt{30}$ sont 7, 11, 13, 19, 23, 29. Dans ce cas, mon théorème I de l'année 1879 consiste dans ce que la somme suivante a la valeur de l'unité :

$$\left[\frac{30}{1}\right]-\left[\frac{30}{2}\right]-\left[\frac{30}{3}\right]-\left[\frac{30}{5}\right]+\left[\frac{30}{2.3}\right]+\left[\frac{30}{2.5}\right]+\left[\frac{30}{3.5}\right]-\left[\frac{30}{2.3.5}\right]$$
$$-\left[\frac{30}{7.1}\right]+\left[\frac{30}{7.2}\right]+\left[\frac{30}{7.3}\right]$$
$$-\left[\frac{30}{11.1}\right]+\left[\frac{30}{11.2}\right]$$
$$-\left[\frac{30}{13.1}\right]+\left[\frac{30}{13.2}\right]$$
$$-\left[\frac{30}{17.1}\right]$$
$$-\left[\frac{30}{13.1}\right]$$
$$-\left[\frac{30}{23.1}\right]$$
$$-\left[\frac{30}{23}\right]$$

» Dans ce Tableau, la première ligne contient, comme diviseurs de n, toutes les combinaisons faites sans répétition des nombres $a, b, c, \ldots,$

c'est-à-dire la somme que j'ai désignée par

$$\left(\left[\frac{n}{1}\right]-\left[\frac{n}{2}\right]-\left[\frac{n}{3}\right]+\cdots\right)_{a,b,c,\ldots}.$$

» Par contre, chaque ligne suivante contient une somme formée de la sorte,

$$-\left[\frac{n}{k.1}\right]+\left[\frac{n}{k.2}\right]+\left[\frac{n}{k.3}\right]\mp\ldots,$$

dont j'ai dit qu'elle doit avoir la valeur de l'unité prise négativement à cause du théorème I lui-même. Cela est bien juste, mais j'ai manqué d'en donner la raison complète. La raison consiste en ce que, pour deux nombres positifs quelconques k et l, on a toujours

$$\left[\frac{n}{k.l}\right]=\left[\frac{\left[\frac{n}{k}\right]}{l}\right],$$

comme il est facile de le démontrer. C'est pourquoi la série en question coïncide avec la série

$$-\left[\frac{\nu}{1}\right]+\left[\frac{\nu}{2}\right]+\left[\frac{\nu}{3}\right]\mp\ldots,$$

où

$$\nu=\left[\frac{n}{k}\right],$$

et cette série, prolongée tant que les arguments sont différents de zéro, a certainement la valeur de l'unité prise négativement. Cela étant, la valeur de toutes les lignes du Tableau, la première exceptée, étant égale à l'unité négative, la somme de ces valeurs est égale au nombre des nombres $p, q, \ldots, s$, pris négativement, c'est-à-dire, dans notre cas, égale au nombre 7, pris négativement.

» La somme de la première ligne est donc égale au nombre 7, plus l'unité, ce qui se trouve, en effet. Voilà ma démonstration du théorème proposé par M. de Jonquières, dont la haute distinction comme officier général de la Marine m'est bien connue. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *De l'influence du refroidissement sur la valeur des pressions maxima développées en vase clos par les gaz tonnants.* Note de M. **Vieille**, présentée par M. Cornu.

« L'examen des tracés obtenus au moyen de l'appareil que nous avons décrit dans une précédente Communication montre que la durée qui s'écoule entre l'instant de l'inflammation des mélanges tonnants et la production du maximum de pression est toujours appréciable. Cette durée est d'ailleurs très variable avec la nature du mélange gazeux sur lequel on opère. Ainsi, dans une bombe de 4^{lit}, ce temps a été trouvé de $0^s,0267$ pour le gaz tonnant d'oxyde de carbone $(CO + O)$; $0^s,0016$ pour le gaz tonnant d'hydrogène $(H + O)$, c'est-à-dire qu'il a varié dans le rapport de 1 à 16 environ. Ces durées s'accroissent encore pour les mélanges tonnants additionnés de gaz inertes. La pression maxima réellement développée dans le récipient est donc altérée par l'effet du refroidissement, suivant une loi complexe dépendant de toutes les variables du problème, de sorte qu'il n'est pas possible d'appliquer à la période des pressions croissantes des corrections basées sur la loi de refroidissement de la masse après combustion totale, les phénomènes de refroidissement étant absolument différents dans ces deux périodes. C'est pourtant cette pression corrigée qui seule peut fournir des indications exactes sur les dissociations et les chaleurs spécifiques des gaz aux hautes températures.

» Nous avons cherché à déterminer l'influence du refroidissement en étudiant la loi suivant laquelle, pour chaque mélange gazeux, la pression maxima varie avec la surface de refroidissement du récipient. On reconnaît que cette pression maxima, pour un mélange gazeux donné, ne dépend que du rapport $\frac{S}{V}$ de la surface de refroidissement S du récipient à la masse gazeuse mesurée par son volume V sous la pression atmosphérique. C'est ainsi que de très petites bombes de 300^{cc} et de grands récipients de 4^{lit} dans lesquels des lames de laiton de surface convenable avaient été introduites ont donné très exactement les mêmes pressions pour des valeurs égales du rapport $\frac{S}{V}$.

» Le Tableau suivant résume quelques-unes des vérifications que nous avons obtenues. Le rapport $\frac{S}{V}$ est évalué en comptant les deux faces des

lames de laiton et en prenant le centimètre comme unité. Les pressions (en kilogrammes par centimètre carré) sont les pressions absolues développées dans les récipients supposés remplis des mélanges tonnants à 15° sous la pression normale.

Nature du mélange.	$\frac{S}{V}$.	Capacité de la bombe.	Pression observée.
			kg
H + O	1,04	300cc	7,50
		4lit	7,40
	1,93	300cc	5,60
		4lit	5,90
$C^2Az + 2O + 2Az$...	1,90	300cc	12,40
		1lit,500	12,70

» Les différences observées nous ont paru être de l'ordre des erreurs que comporte toujours l'évaluation des surfaces de refroidissement.

» Pour permettre d'apprécier l'influence des surfaces auxiliaires, nous rapprochons des nombres précédents ceux que l'on obtient pour les mélanges gazeux, lorsque les bombes sont dans leur état normal.

Nature du mélange.	$\frac{S}{V}$.	Capacité de la bombe.	Pression observée.
			kg
H + O	1,04	300cc	7,50
	0,385	4lit	8,20
$C^2Az + 2O + 2Az$...	1,04	300cc	13,80
	0,45	1lit,500	15,45

» Dans ces expériences, la nature des surfaces métalliques de refroidissement (bronze ou acier) a été trouvée sans influence et des feuilles de laiton de $\frac{3}{10}$ à $\frac{4}{10}$ de millimètre d'épaisseur ont fonctionné comme les parois épaisses de la bombe.

» *Évaluation de la correction due au refroidissement.* — Si l'on porte en abscisses les valeurs des rapports $\frac{S}{V}$ correspondant aux diverses bombes ou à une même bombe munie de diverses surfaces de refroidissement, et si l'on porte en ordonnées les pressions correspondantes, on obtiendra une courbe qui sera, d'après les considérations qui précèdent, indépendante de la nature des parois du récipient et de sa capacité, et le point d'intersection de cette courbe avec l'axe des ordonnées donnera la valeur de la pression que le gaz tonnant développerait dans une enceinte imperméable à la chaleur.

» Les récipients de 2^{lit} à 4^{lit} permettent de descendre jusqu'à des valeurs de $\frac{S}{V}$ comprises entre 0,3 et 0,4. La courbe des pressions est déterminée

dans des limites étendues de 0,3 à 2,76, et l'extrapolation s'effectue dans un petit intervalle.

» Les courbes de refroidissement que nous avons obtenues se partagent en deux catégories. Les unes, correspondant aux mélanges dissociables $(CO + O)(H + O)$, présentent leur concavité du côté de l'axe des rapports $\frac{S}{V}$ et tendent à venir couper orthogonalement l'axe des pressions. L'extrapolation donne alors lieu à une correction très faible et la pression limite est déterminée avec beaucoup de précision.

» Pour les mélanges tonnants peu ou pas dissociables, que l'on obtient en brûlant, sous forme d'oxyde de carbone, le cyanogène additionné de proportions variables de gaz inerte, les courbes de refroidissement sont, au contraire, convexes du côté de l'axe des abscisses et se relèvent sensiblement vers l'axe des ordonnées. Cette forme de la courbe indique que l'influence qu'exerce sur l'abaissement des pressions l'unité de surface de refroidissement, rapportée à l'unité de masse de gaz, s'accroît avec l'élévation de la température. Ce résultat devait être prévu d'après toutes les lois de refroidissement connues, et les courbes de la première catégorie sont évidemment surbaissées par l'influence de la dissociation qui croît avec la température.

» L'angle sous lequel les courbes de la deuxième catégorie coupent l'axe des ordonnées est moins bien déterminé que dans le cas précédent, et l'extrapolation donne des résultats moins précis. Mais on peut fixer avec certitude une limite inférieure de la pression maxima. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur l'expression des grandeurs électriques dans les systèmes électrostatique et électromagnétique, et sur les relations qu'on en déduit.* Note de MM. **E. Mercadier** et **Vaschy**, présentée par M. Cornu.

« L'expression des grandeurs électriques en fonction des unités fondamentales de longueur de temps et de masse se déduit principalement de la loi de Coulomb

$$f = k\frac{qq'}{r^2}, \tag{1}$$

de la loi d'Ampère

$$f' = k'\frac{ii'\,ds\,ds'}{r^2}\,2\cos\theta - (3\cos\alpha\cos\alpha'), \tag{2}$$

et de la *définition* de l'intensité d'un courant par la quantité d'électricité qui traverse la section d'un circuit dans l'unité de temps $q = it$ (sans coefficient).

» Depuis Maxwell, on exprime les dimensions des diverses grandeurs électriques en supprimant les coefficients k et k', et on leur trouve alors des expressions *différentes* dans les deux systèmes électrostatique et électromagnétique.

» Nous pensons que cette différence ne doit pas exister.

» Et, d'abord, on n'a certainement pas le droit, au point de vue scientifique ou théorique, de supprimer *a priori*, sans examen approfondi, les coefficients k et k', en définissant les unités de *quantité* et de *courant;* car on ne sait pas, *a priori*, s'ils ne représentent pas quelque grandeur physique exprimable en longueur, temps et masse, et dépendant des propriétés du milieu où se produisent ces phénomènes, auquel cas on supprimerait des formules l'influence de l'élément qui pourrait être le plus important.

» En rétablissant ces coefficients k et k' dans les expressions des diverses grandeurs électriques et en prenant ensuite les rapports des expressions de l'une quelconque d'entre elles dans les deux systèmes électrostatique et électromagnétique, au lieu d'obtenir, comme on le montre habituellement, un rapport de la forme $(LT^{-1})^\alpha$, α étant positif ou négatif, égal à o, 1 ou 2, on a l'expression alors complète et exacte

$$(LT^{-1})^\alpha \left(\frac{k}{k'}\right)^\beta,$$

ou bien, comme β est toujours égal à $-\frac{\alpha}{2}$,

$$(3) \qquad \frac{(LT^{-1})^\alpha}{\left(\frac{k}{k'}\right)^{\frac{\alpha}{2}}}.$$

» Cela étant, nous admettons comme parfaitement évident qu'une *même grandeur* physique, telle qu'une quantité d'électricité, une capacité, une résistance, etc., ne peut être exprimée que d'*une seule manière* en fonction des unités fondamentales (à un coefficient *numérique* près), tout comme un volume, une vitesse, une accélération, etc.

» Il en résulte que les rapports exprimés de la manière la plus générale par la formule (3) doivent être tous *nécessairement* égaux à l'unité ou à un *nombre*. Pour cela, il faut que $\frac{k}{k'} = (LT^{-1})^2$ à un facteur *numérique* près.

» On peut alors énoncer le théorème général suivant :

» *Si l'on admet la définition de l'intensité* $q = it$, *et si les forces électrostatiques et électromagnétiques sont de la même nature que les forces considérées en Mécanique et caractérisées par les dimensions* LMT^{-2}, *le rapport des coefficients qui entrent dans les lois de Coulomb et d'Ampère représente* nécessairement, *à un facteur* numérique *près, le carré d'une vitesse.*

» En second lieu, nous croyons que l'on peut aller plus loin, et préciser davantage la signification des coefficients k et k'.

» En effet, il nous suffit de considérer en électrostatique la capacité C d'un condensateur, qui, en conservant le coefficient k, a pour dimensions $C = k^{-1}L$; elle est inversement proportionnelle à k. Si l'on prend un condensateur dont on change seulement le diélectrique en conservant la même charge, on sait que le rapport des capacités $\frac{C}{C_1}$ est proportionnel à celui des pouvoirs inducteurs spécifiques des deux diélectriques employés $\frac{\mu}{\mu_1}$.

» On a donc, d'une part,

$$\frac{k_1}{k} = \frac{\mu}{\mu_1}.$$

» D'autre part, l'expérience semble montrer que, dans beaucoup de cas, le pouvoir inducteur spécifique d'un diélectrique transparent est proportionnel au carré de son indice de réfraction, ou, ce qui revient au même, à l'inverse du carré de la vitesse de la lumière dans ce milieu. On a donc

$$\frac{\mu}{\mu_1} = \frac{V_1^2}{V^2}.$$

et, par suite,

$$\frac{k}{k_1} = \frac{V^2}{V_1^2}.$$

» Le coefficient k paraît donc pouvoir être représenté par une expression de la forme

$$k = \alpha V^2,$$

α étant une constante *numérique*, et V la vitesse de la lumière dans le milieu.

» Si cela est, dans le rapport $\frac{k}{k'}$, qui représente à un facteur numérique près le carré d'une vitesse, k' serait un *nombre*, indépendant des unités fondamentales.

» Dès lors, on aurait le droit de prendre ce nombre égal à l'unité dans la formule d'Ampère pour définir l'unité de courant, et l'emploi du système électromagnétique d'unités électriques se trouverait justifié *théoriquement*, comme il l'est déjà par des considérations pratiques.

» Au point de vue expérimental, les résultats que nous venons d'indiquer peuvent être vérifiés en étudiant les variations du coefficient k avec les divers milieux en électrostatique, et en montrant par des expériences précises que les actions électrodynamiques ou électromagnétiques sont indépendantes de la nature du milieu.

» Nous faisons en ce moment, dans ce but, des expériences de cette nature. »

PHYSIQUE. — *Phosphorographie de la région infra-rouge du spectre solaire. Longueur d'onde des principales raies.* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Fizeau.

« Lorsque, dans une chambre obscure, on projette pendant quelques instants le spectre solaire sur un écran enduit d'une substance phosphorescente préalablement exposée à la lumière, et que l'on intercepte ensuite brusquement les rayons lumineux, on observe que, dans la région frappée par les radiations violettes, et ultra-violettes la phosphorescence a été rendue plus vive, tandis que dans la région rouge et infra-rouge la phosphorescence a été détruite; l'image de cette portion du spectre apparaît alors obscure, sur le fond lumineux de l'écran. Ces phénomènes ont été découverts depuis longtemps par mon père, et lui ont permis de fixer dans le spectre infra-rouge la position de plusieurs raies et bandes, analogues aux raies obscures du spectre visible ([1]). En répétant et variant ces expériences depuis plusieurs années, j'ai été conduit à diverses observations intéressantes, et en particulier à indiquer la position et la longueur d'onde de raies fines, dont un certain nombre me paraît avoir échappé jusqu'ici aux divers procédés d'investigation que l'on a appliqués à l'étude de cette région du spectre.

» On sait que les méthodes thermoscopiques révèlent dans le spectre infra-rouge l'existence de divers maxima et minima. En 1847, MM. Fizeau et Foucault ont découvert notamment l'existence d'une bande froide, dont la longueur d'onde est $0^{mm},001445$, et je rappellerai que tout récemment

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 302 (1873), et t. LXXXIII, p. 249 (1876).

M. Desains [1] a donné une description du spectre calorifique du Soleil, qui s'étend beaucoup au delà de la limite observable par les phénomènes de phosphorescence, et qui signale entre autres une dizaine de bandes paraissant répondre à celles qui seront indiquées plus loin. M. Langley [2], à l'aide de son bolomètre, a également donné un dessin très étendu du spectre calorifique, mais qui comprend seulement sept ou huit bandes dans la région qui fait l'objet du présent travail.

» Les rayons rouges et infra-rouges agissent sur les substances phosphorescentes à la manière de la chaleur, en activant tout d'abord l'émission lumineuse et en faisant rendre à la substance, dans un temps plus court, la même somme de lumière qu'elle rendrait en un temps plus long et avec une intensité moindre si elle était à l'abri du rayonnement ou de l'influence calorifique. L'expérience indiquée plus haut présente deux phases : si l'influence spectrale a été de très courte durée, la région impressionnée apparaît tout d'abord plus lumineuse que le fond, et donne une image positive du spectre, avec des raies relativement obscures. Si l'impression est prolongée, elle épuise la phosphorescence de la région correspondante, qui s'éteint, et l'image du spectre apparaît obscure, avec des raies claires.

» Généralement la seconde phase du phénomène est seule visible, notamment avec la blende hexagonale, qui peut donner d'une manière continue l'image négative du spectre. Les substances phosphorescentes à longue persistance offrent au contraire très nettement la première phase, et l'image positive ainsi obtenue présente une finesse de détails très remarquable. Je n'indiquerai pas ici les dispositions expérimentales très simples permettant d'étudier avec précision ces phénomènes : elles seront exposées dans un Mémoire qui sera publié prochainement.

» Il y avait grand intérêt à varier la nature des écrans phosphorescents; outre la blende hexagonale, j'ai fait usage de sulfures de strontium et de calcium, donnant diverses nuances par phosphorescence, et j'ai été conduit à observer que les images phosphorographiques étaient la superposition de l'image du spectre solaire, et de maxima et de minima d'extinction particuliers à chaque substance, occupant dans le spectre des régions variables avec chacune d'elles. Il est du reste facile de distinguer les raies fines du spectre, de ces maxima qui figurent de larges bandes où l'extinction est plus rapide que pour les régions voisines, et que l'on reproduit avec des sources lumineuses diverses.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 434; 1882.
(2) *Ibid.*, t. XCV, p. 482; 1882.

» Je me suis proposé de déterminer les longueurs d'onde des raies que révèlent les phénomènes de phosphorescence, en projetant sur les substances dont il vient d'être question les spectres fournis par un réseau. Je dois à l'obligeance de M. Mascart d'avoir pu me servir d'un beau réseau sur métal, de M. Rutherfurd, ainsi que d'un autre réseau tracé sur verre. Le premier inconvénient que l'on rencontre est que la région infra-rouge du premier spectre se superpose entièrement à la région ultra-violette et lumineuse du second spectre. On élimine ces rayons en interposant un verre rouge qui n'arrête pas les radiations infra-rouges étudiées.

» Lorsqu'il a été possible de mettre en même temps au point les raies des deux spectres, on a profité de leur coïncidence pour en déduire les longueurs d'onde infra-rouges, en doublant les longueurs d'onde connues des raies de Fraunhofer. C'est ainsi qu'ont été déterminées avec le petit réseau, par transmission, les longueurs d'onde de deux raies, l'une $0^{mm},000976$, voisine de $2F$, l'autre $0^{mm},001098$, comprise entre $2b$ et $2D$.

» Avec le réseau par réflexion, la mise au point simultanée des deux spectres n'a pas été possible, et l'on a simplement relevé la position des raies infra-rouges sur l'écran phosphorescent, en interceptant la partie la plus réfrangible du second spectre. Les déviations correspondantes, et par suite les longueurs d'onde, ont été déterminées par un calcul trigonométrique dont les éléments pouvaient être mesurés directement, et se déduisaient du reste très exactement des relevés correspondant à trois raies de longueur d'onde connue, par exemple, A, B et C. En raison de l'affaiblissement de l'intensité lumineuse, les mesures avec le réseau par réflexion n'ont pu s'étendre au delà de la longueur d'onde de 0,000918. En résumé, on a obtenu les nombres suivants :

RAIES.		LONGUEUR d'onde.	OBSERVATIONS.		RAIES.		LONGUEUR d'onde.	OBSERVATIONS.
Groupe A.	A....	mm 0,0007604	(Fraunhofer.)		Groupe A'.	A'_4....	mm 0,000949	(Interpolation.)
	A_1*...	0,0007819				A'_5*...	0,000976	
	A_2....	0,0007957				A'_6....	0,001006	(Interpolation.)
	A_3*...	0,0008110	Très forte bande d'extinction.	Sulfure de calcium.	Groupe A''.	A''_0....	0,001050	(Interpolation.)
	A_4*...	0,0008360				A''_1*...	0,001098	
Groupe A'.	A'_0....	0,0008630	Région lumineuse.		Groupe A'''.	A'''_0....	0,001176	(Interpolation.)
	A'_1*...	0,0008850				A'''_1*...	0,001220 [1]	
	A'_2....	0,0008980	Très forte bande d'extinction.			A'''_2*...	0,001312	(Extrapolation.)
	A'_3*...	0,0009180				A^{IV}....	0,001444	

[1] Ed. Becquerel. Très forte bande d'extinction pour la blende, bord très net du côté le moins réfrangible.

» Les raies marquées d'un astérisque ont été observées en 1876 par mon père, qui a déterminé la longueur d'onde $0^{mm},001220$ par l'observation des bandes d'interférence que fait naître dans le spectre une réflexion préalable des rayons lumineux sur une mince lame d'air.

» En traçant avec soin une courbe donnant les longueurs d'onde pour les diverses positions dans le spectre, et en prolongeant cette courbe au delà de la raie A_1''', qui répond au dernier nombre trouvé par expérience, on obtient les deux derniers nombres du Tableau qui précède, dont le dernier offre la très curieuse coïncidence d'être à très peu près la longueur d'onde de la bande froide déterminée par M. Fizeau.

» Les faits nouveaux qui résultent des présentes recherches sont, outre la détermination de raies nouvelles du spectre solaire et de leur longueur d'onde, l'observation dans le spectre infra-rouge de maxima et de minima d'extinction propres aux diverses substances phosphorescentes, manifestés par des sources lumineuses diverses et analogues aux maxima et minima phosphorogéniques de l'autre extrémité du spectre. »

PHYSIQUE. — *Sur la photométrie solaire.* Note de M. Crova, présentée par M. Berthelot.

« Par suite d'une erreur numérique commune à tous les calculs, les nombres que j'ai récemment donnés (¹) comme représentant le pouvoir éclairant du Soleil doivent être modifiés de la manière suivante :

	Carcels
31 octobre	7870
3 novembre	7320
8 décembre	5100

» Toutes corrections faites, l'intensité, par un ciel pur, paraît voisine de 8500 carcels. Ainsi disparaît la discordance inexplicable des nombres contenus dans ma précédente Note avec ceux de Bouguer et Wollaston, la valeur étant près d'une fois et demie plus grande que celle qui est actuellement admise. Cette différence s'explique très bien par les causes que j'ai énumérées dans ma précédente Note. »

(¹) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1272.

MINÉRALOGIE. — *Le manganèse dans les terrains dolomitiques. — Origine de l'acide azotique qui existe souvent dans les bioxydes de manganèse actuels.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« H. Sainte-Claire Deville ayant reconnu, en 1860, qu'il existe des quantités parfois notables d'azotates dans les bioxydes de manganèse naturels, considéra comme possible que le bioxyde de manganèse dérivât d'un nitrate de cette base (*Comptes rendus*, t. L); plus tard, d'autres chimistes ont repris cette hypothèse et l'ont considérée comme probable. Dès l'origine, M. Boussingault la rejeta; mais tout récemment cet illustre maître a publié un Mémoire qui tranche la question d'une façon définitive. Il a réuni une série d'observations conduisant à cette conclusion précise, que « le carbonate de protoxyde de fer et de protoxyde de manganèse, une fois en contact soit avec l'oxygène de l'air, soit avec » l'oxygène dissous dans l'eau, sont modifiés dans leur constitution par la » suroxydation de leurs bases; le carbonate de fer produit un sesquioxyde » rouge; *le carbonate de manganèse un bioxyde noir ou un sesquioxyde.* » (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII.)

» J'étais arrivé, de mon côté, à cette même conclusion : je l'ai indiquée dans un de mes derniers Mémoires (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXI, p. 273); mais je n'avais pas osé la développer; en la formulant, avec son autorité, M. Boussingault rend à la Science un nouveau et signalé service.

» Au cours des recherches que je poursuis, j'ai reconnu que, à côté du cuivre et du zinc, les roches dolomitiques renferment toujours du manganèse. J'ai examiné, à ce point de vue, les cent quarante-quatre roches dolomitiques que j'avais déjà étudiées au point de vue du zinc; dans toutes, j'ai pu reconnaître la présence du manganèse, soit par ses réactions ordinaires, soit par l'analyse spectrale, avec un poids de roche qui a dû rarement dépasser 20^{gr}. Quarante-deux roches calcaires *non magnésiennes*, étudiées comparativement, ne m'ont donné rien de semblable. *Le manganèse est donc lié à la présence de la magnésie.*

» J'ai étudié, sur place, les roches dolomitiques à un tout autre point de vue; j'ai recueilli les petits dépôts qui se forment dans les fissures et les cavités de ces roches et qui, les uns et les autres, sont l'œuvre évidente et exclusive de l'eau atmosphérique. Tous ces dépôts sont très riches en manganèse. J'ai étudié l'un d'eux d'une manière complète (montagne de la Nerthe; système à *Terebratula moravica*). L'examen des lieux montre, de la

manière la plus évidente, que ce dépôt (dont le poids n'atteint pas 1^{kg}) a subi, avant d'arriver à l'état de bioxyde, la série des transformations résumées par M. Boussingault dans les conclusions rappelées plus haut.

» *Acide azotique.* — Ce manganèse de la Nerthe contient de l'acide azotique. En employant la méthode si sûre et si sensible de M. Boussingault (destruction de l'indigo), j'ai pu reconnaître la présence absolument nette de l'acide azotique, en opérant sur 50^{gr} de ce manganèse.

» En rapprochant le résultat précédent de celui que j'ai fait connaître récemment, la présence de l'ammoniaque en quantité tout à fait imprévue dans les terrains dolomitiques, et rappelant les découvertes de M. Schlœsing et de M. Müntz, sur la cause générale de la nitrification, le fait, jusqu'alors anormal, de la présence de l'acide azotique dans certains bioxydes de manganèse devient un fait naturel et même nécessaire; cet acide provient de l'oxydation de l'ammoniaque extraite de la roche dolomitique, en même temps que le carbonate de manganèse, par l'eau atmosphérique. Je me hâte d'ajouter que les manganèses extraits, comme celui de la Nerthe, des roches dolomitiques par les eaux atmosphériques *de la période moderne*, ne correspondent qu'à une minime portion des manganèses aujourd'hui séparés, mais il en a été tout autrement aux époques antérieures; d'un autre côté, ce qui constitue l'importance principale du fait de diffusion que je signale pour le manganèse, dans les roches dolomitiques, c'est qu'il entraîne cette conséquence que ces roches dolomitiques se sont produites dans un milieu riche en manganèse. Quelle était la nature de ce milieu? La disposition parfaitement stratifiée des roches manganésifères des terrains dolomitiques, la régularité des assises, la présence de quelques rares fossiles toujours essentiellement marins, etc., ne peuvent laisser aucune espèce de doute : c'était un milieu aqueux et marin. Mais la présence constante dans ces dépôts, en quantités toujours sensibles, de cuivre, de zinc et surtout de manganèse; d'un autre côté, l'imprégnation complète de tout l'ensemble par une matière organique bitumineuse et par des proportions relativement considérables de sels ammoniacaux, montrent qu'on n'est pas là en présence d'un sédiment marin normal. Tout se réunit, au contraire, pour conduire à cette conclusion, que les terrains dolomitiques sont des dépôts effectués dans des estuaires, au sein d'eaux marines qui commençaient à se concentrer.

» Il existe une autre grande classe de minerais de manganèse, que j'ai étudiés dans mes Mémoires antérieurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XV; *ibid.*, t. XXI) : ce sont ceux qui proviennent de l'action lo-

cale des eaux sur les roches primordiales et qui n'ont pas tardé à se déposer. Ceux qui se sont déposés avant l'apparition de la vie sur notre globe ne renferment pas de nitrates; ceux qui se sont séparés plus tard peuvent en contenir; mais les uns et les autres *sont immédiatement et sûrement caractérisés* par cette circonstance, qu'*ils sont toujours accompagnés par du sulfate de baryte*. Ce dernier fait est la conséquence du résultat général que j'ai établi ailleurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XV): la présence constante de la baryte et du manganèse dans toutes les roches primordiales. Quant aux manganèses qui se sont déposés dans des estuaires, leur origine première est la même : ils viennent des roches primordiales; mais, comme ils ont été séparés et dissous dès l'origine avec les autres sels qui, encore aujourd'hui, minéralisent les eaux des mers, ils se sont complètement séparés de la baryte ; voilà pourquoi toute une classe de minerais de manganèse ne contient pas de baryte, ou n'en contient que des traces.

» En réunissant les faits exposés dans ce Mémoire à ceux que j'ai fait connaître dans mes publications antérieures, je puis résumer de la façon suivante les conditions générales qui ont présidé à la formation des minerais de manganèse et expliquer leur association.

» Il existe deux classes de minerais de manganèse. Ceux de la première classe dérivent directement de l'action des eaux marines sur les roches primordiales; ils ont été en grande partie entraînés à l'état de suspension; ils se sont déposés à une faible distance de leurs points d'extraction. C'est pour cela qu'on trouve toujours ces minerais en relation directe, au moins par la base, avec la formation primordiale ou avec des dépôts qui en dérivent directement; c'est pour cela qu'ils sont invariablement associés à du sulfate de baryte, souvent en proportion considérable. Les minerais manganésifères de la deuxième classe ont été, dès l'origine des mers, en complète dissolution dans leurs eaux, d'où ils se sont déposés à toutes les époques, quand les conditions chimiques ont été convenables. C'est pour cela qu'ils n'ont plus aucune relation de voisinage avec la formation primordiale; c'est pour cela qu'ils sont très pauvres en baryte, ou même n'en contiennent pas du tout. Quant aux produits nitrés qui accompagnent toujours cette classe de minerais, ils proviennent de l'oxydation de l'ammoniaque, qui existe toujours, comme je l'ai montré (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIV), en quantités exceptionnelles dans les eaux et les boues des estuaires marins de toutes les époques. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur l'existence du genre* Todea *dans les terrains jurassiques.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« La famille des Osmondacées renferme actuellement, comme l'on sait, les deux genres *Osmunda* et *Todea*, distingués par la disposition des sporanges, qui, dans le premier, sont groupés en forme de panicule, et dans le deuxième sont placés à la face inférieure des pinnules non transformées.

» Les *Osmunda* répandus dans les régions tempérées les plus diverses de la France, de la Suède, de la Sicile, de l'Asie Mineure, des Indes, etc., ont été signalés : dans les terrains quaternaires de l'île de Madère (*Osmunda regalis*, L.); dans les terrains miocènes de Lausanne, d'Atanekerdluck (Groënland) (*Osmunda Heerii*, Gaud.); dans les terrains miocènes d'Armissan (*Osmunda polybotrya*, Brongt., Sch.); dans les marnes heersiennes de Gelingen (*Osmunda eocenica*, Saporta et Marion); dans les terrains crétacés du Groënland (*Osmunda cretacea*, Heer.).

» Jusqu'ici ce genre n'a pas été rencontré d'une manière incontestable dans des couches plus anciennes, car les rapprochements de rachis isolés et dépourvus de pinnules, que l'on a tenté de faire en se fondant sur la forme lunulée de la section transversale du faisceau vasculaire observé dans quelques pétioles provenant du terrain houiller, ne sont rien moins que concluants, puisque la plupart des pétioles de *Pecopteris cyatheoides* du terrain houiller offrent ce caractère et s'éloignent complètement des Osmondées par leurs fructifications.

» Le genre *Todea* n'a pas encore été signalé à l'état fossile, mais peut-être ce fait négatif n'est-il dû qu'à une fausse attribution à d'autres genres de Fougères, de certaines empreintes qui appartiendraient à ce dernier.

» En effet, parmi les échantillons qui ont figuré à l'Exposition universelle de 1878 provenant de Queensland (Nouvelle-Galles du Sud) et exposés par M. Foote, d'Ipswich, sous le n° 230, se trouvaient, entre autres, des empreintes de Fougères rapportées au *Pecopteris australis*, Morris (*Aleth. australis*, Schimper). L'examen attentif de ces échantillons, dont quelques pennes portaient des fructifications, m'a permis de reconnaître qu'ils représentaient des frondes ou portions de frondes de *Todea*.

» Voici la diagnose de cette espèce, d'après les empreintes en question : frondes bipinnées; pennes distantes, longuement linéaires, s'écartant perpendiculairement du rachis; ce dernier est parcouru par un faisceau vascu-

laire simple et lunulé en section transversale; pinnules stériles, à bords légèrement dentés vers l'extrémité, insérées sur le rachis de la penne sous un angle ouvert, oblongues, acuminées, alternes ou opposées, soudées entre elles à la base sur une petite portion de leur longueur; nervure primaire distincte, émettant des nervures secondaires sous un angle oblique, ces dernières se bifurquant une seule fois, un peu au-dessous de leur milieu. La longueur des pinnules est de 12^{mm} à 15^{mm} et leur largeur maximum de 4^{mm}.

» Pinnules fertiles, linéaires, acuminées, plus étroites que les pinnules stériles (leur largeur est seulement de $2^{mm},5$ à 3^{mm}), presque aussi longues, mais moins serrées; nervure primaire marquée; nervures secondaires dichotomes, obliques; sporanges globuleux, elliptiques.

» Les empreintes ont conservé la trace des cellules qui formaient les parois; celles-ci portent, sur le côté, une plaque de déhiscence composée de cellules plus épaissies, qui déterminait l'ouverture de la capsule dans un plan longitudinal. Les sporanges, qui paraissent avoir été moins nombreux que dans les espèces vivantes de *Todea,* occupent seulement les nervures secondaires et forment des rangées obliques, sensiblement parallèles.

» Une variété de cette espèce se rencontre sur les mêmes échantillons; elle en diffère par des pennes plus rapprochées, presque contiguës; par des pinnules insérées plus obliquement sur les rachis des pennes, légèrement recourbées en faux et plus acuminées au sommet.

» Quant à l'âge des couches renfermant ces empreintes de *Todea*, qui d'abord avait été regardé comme remontant jusqu'à la période carbonifère, l'opinion de M. Carruthers est d'accord en cela avec celle de MM. Morris, M' Coy, Bunbury, qu'il ne doit pas être plus ancien que celui des dépôts oolithiques. Cette opinion est du reste confirmée par l'observation, faite par M. Zeiller, de la présence, dans les mêmes gisements, du genre *Echinostrobus*, genre spécial au terrain jurassique.

» Ce *Todea* de l'oolithe, d'après ce que nous en connaissons, ne paraît pas différer plus des espèces de *Todea* vivantes que ces espèces ne diffèrent entre elles, malgré le grand nombre de siècles qui nous séparent de l'époque où elle vivait dans les plaines de Queensland.

» Dans une Note prochaine, je démontrerai l'existence des Gnétacées dans les couches moyennes du terrain houiller de Rive-de-Gier. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une trombe observée en mer.* Extrait d'une Lettre de M. **Le Goarant de Tromelin** à M. Faye.

« En lisant, dans les *Comptes rendus* du 4 septembre dernier, la Lettre que M. Lalanne vous a adressée sur des trombes qu'il a observées à Étretat, j'ai pensé vous intéresser en vous envoyant la description d'une trombe que j'ai observée en mer, le 28 septembre 1877, par 45° de latitude nord et 23° de longitude ouest. Je n'ai qu'à consulter mes cahiers d'observation pour vous en faire un fidèle récit.

» Nous étions, comme l'indique notre point, aux confins de l'alizé de nord-est. Il faisait presque calme à la surface de l'eau, comme cela arrive très souvent lorsque les trombes se forment; mais on voyait très bien deux couches de nuages marcher dans des directions qui étaient est-sud-est pour les nuages inférieurs et la faible brise à la surface de la mer, et le sud-ouest pour les nuages supérieurs.

» Tout à coup, à moins de 600^m du navire, nous voyons pendre d'une nuée plus foncée un cône à pointe en bas et animé de mouvements contractiles. Quelque temps après, la gaine de vapeur ayant acquis la moitié de sa longueur, environ 150^m, la mer bouillonne sous cette sorte de tube coupé et de couleur grise et blanchâtre, transparent en partie. Le météore se rapproche de nous assez lentement, et le commandant fait serrer les voiles.

» Le phénomène s'est accentué : nous le voyons maintenant parfaitement.

» Le tube vaporeux n'est pas encore continu, mais le travail opéré sur la surface de la mer est devenu considérable. Il se dessine, autour du pied de la trombe invisible, une sorte de buisson d'eau, dont M. Faye a donné une très exacte description. Enfin, la trombe s'est réunie à la mer; nous sommes maintenant à 200^m du météore.

» Le buisson qui est formé au pied de la trombe a 4^m ou 5^m d'élévation. La mer bouillonne avec fracas, sur une étendue circulaire qui n'a pas 20^m de diamètre. Autour du buisson proprement dit, la brise ne semble pas forte, et nous continuons à rester en calme.

» L'état-major, réuni sur la dunette de la *Rance*, discute sur le sens de la rotation de la trombe. L'opinion qui a prévalu est le sens inverse à celui des aiguilles d'une montre.

» Le bruit de l'eau fouettée produit un son analogue à celui d'une chaudière qui lâche sa vapeur.

» Pas le moindre phénomène électrique.

» Le buisson a la forme de ces fontaines jaillissantes dont l'eau sort par une foule de petits trous et retombe en s'évasant dans le bassin; de plus, il faut supposer ces gerbes un peu tordues par une rotation.

» Cette trombe a paru plusieurs fois coupée, sans que le phénomène diminuât d'intensité. La gaine paraissait s'allonger, puis diminuer de 20, 40, 50^m, dans l'espace de quatre à cinq secondes. Son mouvement de translation avait lieu à peu près comme le vent régnant, vent très faible comme je l'ai dit. Sa vitesse était d'environ 1^m ou 2^m par seconde, mais sa direction n'a pas été constante; elle a décrit une sorte d'U assez ouvert. Il était facile de prendre sa hauteur avec un sextant, en observant la distance angulaire de son pied à l'horizon, et l'angle sous-tendu par la hauteur de la trombe. Cette hauteur a été évaluée à 300^m environ.

» Le ciel n'était pas entièrement couvert; la trombe s'est formée au vent d'un grain d'est-sud-est, donnant assez de pluie et peu de vent. L'horizon était assez clair dans la direction de la trombe.

» Nuages blancs des alizés comme couche supérieure; nuages inférieurs assez foncés là où s'est formée la trombe. Il a donc dû y avoir collision ou pénétration momentanée, de la couche du sud-ouest dans celle d'est-sud-est. Cette trombe, qui a duré environ une heure près de nous, ne contenait pas d'eau; la gaine a diminué de longueur assez rapidement, et elle est rentrée en quelques minutes dans les nuages.

» Nous en avons vu d'autres se former le même jour; elles étaient *fort élevées*, et l'inclinaison de leur axe était considérable, quelquefois de 40°. Ces trombes duraient souvent un qnart d'heure sans atteindre la mer.

» Qu'il me soit permis de faire ici quelques réflexions sur le météore que l'on désigne, en marine, sous le nom de *grains blancs*.

» Ils ont lieu par un ciel clair, sans que rien dans l'atmosphère puisse les indiquer, si ce n'est un petit nuage blanc, qui s'accroît quelquefois presque brusquement. Ils sont violents et de courte durée. On ne peut reconnaître l'approche d'un grain blanc que par le bouillonnement que le vent occasionne à la surface de la mer.

» Telle est la description que l'on en donne généralement.

» Nous savons qu'il peut exister des trombes invisibles, et je suis d'avis qu'il convient de ranger le phénomène que les marins appellent *grains blancs* dans les trombes invisibles.

» J'extrais du *Manuel de Météorologie* de l'amiral Fitz-Roy, page 199, les lignes suivantes :

« 31 juillet, 8h du soir, lat. 17°19′ nord, long 52°10′ ouest, brise fraîche de nord-est; on remarque au ciel *une apparence blanche, de forme* RONDE *et presque* PERPENDICULAIRE; pendant que nous l'observions une rafale soudaine emporta le mât de hune et les bonnettes basses. A 8h, etc... »

» Cette forme ronde et presque perpendiculaire était bien une trombe, selon moi, et il est probable que, si le capitaine du *Judith-et-Esther* avait été plus familiarisé avec les trombes, il aurait fait carguer ses voiles et rentré ses bonnettes.

» J'ai insisté sur ces trombes que l'on appelle *grains blancs* : c'est qu'il serait bon que les marins apprissent à se défier des nuages blancs ayant la forme d'un fût de colonne presque verticale. »

M. D. **Dedieu** adresse une Note « Sur un moyen pratique de représenter le poids et la grandeur des corps chimiques, et sur le phénomène de la congélation ».

M. Ch. **Paquet** adresse une Note « Sur l'entraînement du phosphate de peroxyde de fer et du phosphate d'alumine par le sulfate de chaux ».

M. L. **Hugo** adresse une Note intitulée « Quelques remarques sur les nombres cycliques. »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. *Inostranzeff*, professeur de Géologie à l'Université de Saint-Pétersbourg, un Volume en langue russe et accompagné de nombreuses figures, « Sur l'homme préhistorique de l'âge de la pierre, du lac Ladoga ». Lors du creusement de canaux sur la région méridionale du lac Ladoga, on a découvert un grand nombre d'objets préhistoriques, accompagnés d'ossements humains. Après avoir fait connaître la nature géologique des dépôts où ces trouvailles ont été faites, l'auteur décrit les débris de végétaux et d'animaux variés qui ont été rencontrés, et particulièrement les crânes et ossements humains, qui y sont l'objet d'une étude détaillée; puis, les divers objets de l'industrie humaine, en pierre taillée et en pierre polie (ciseaux, haches, coins, varlopes, maillets, aiguisoirs, couteaux, alènes, aiguilles, ornements), les objets en os et en corne, les poteries et objets en bois. Après des considérations auxquelles il est conduit sur la manière de vivre, de se nourrir, de se vêtir,

de travailler le bois, l'os, la corne et la pierre, l'auteur termine le Volume par des considérations générales très dignes d'intérêt.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 janvier 1883.

Paléontologie française. Terrain jurassique; liv. 56. 57 : *Gastéropodes,* t. III; *par* M. Piette. Texte, feuilles 22 à 25, atlas, pl. 85 à 90. *Echinodermes réguliers; par* M. G. Cotteau. Texte, feuilles 27 à 29 du t. X; seconde partie du *Terrain jurassique;* atlas, pl. 371 à 382. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles; par M. L. Mangin. *Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones.* Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Rapport sur les travaux: 1° *du conseil central d'Hygiène et de Salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure;* 2° *des conseils d'Hygiène des arrondissements;* 3° *des médecins, des épidémies, etc., pendant l'année* 1881, *présenté par* M. A. Cattusse. Nantes, Vve Mellinet, 1882; in-8°. (Deux exemplaires.)

Faculté de Médecine et Pharmacie de Bordeaux. Recherches sur le passage des éléments figurés à travers le placenta, etc., Thèse par M. J. Chambrelent. Bordeaux, impr. Vve Cadoret, 1882; in-4°.

Notice biographique sur P.-A. Bobierre; par A. Andouard. Nantes, impr. Vve Mellinet, 1882; in-8°.

Traité de Zoologie; par C. Claus; 2e édition française, traduite de l'allemand, sur la 4e édition, par G. Moquin-Tandon; fasc. 3. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Faune de la Sénégambie; par A.-T. de Rochebrune: *Poissons.* Paris, O. Doin; Bordeaux, J. Durand, 1883; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Journal and proceedings of the Royal Society of New-South-Wales, 1881. Incorporated 1881, vol. XV. Sydney, Th. Richards, 1882; in-8°.

The zoological record for 1881*; being volume* XVIII *of the record of zoological literature, edited by* Edw. Caldwell. London, John van Voorst, 1882; in-8° relié.

Report of the superintendent of the U. S. Coast and geodetic survey showing the progress of the work during the fiscal year ending with, june 1879. Washington, government printing office, 1881; in-4°.

Charitable and parochial establishments; by H. Saxon Snell, published by B.-T. Batsford. London, 1881; in-4° relié.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation d'un Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bunsen*, pour remplir la place d'Associé étranger, devenue vacante par le décès de M. Wœhler.

GÉODÉSIE. — *Choix d'un premier méridien*. Rapport de la Commission composée des Membres de la Section d'Astronomie et de la Section de Géographie et de Navigation; M. **Faye**, rapporteur [1].

« Par une Lettre en date du 26 décembre 1882, M. le Ministre de l'Instruction publique annonce à l'Académie que le gouvernement des États-Unis demande au gouvernement français s'il n'y aurait pas lieu de convoquer une réunion internationale, à l'effet de choisir un premier méridien,

[1] Ce Rapport a été lu en Comité secret, dans la séance du lundi 8 janvier.

commun à toutes les nations, et de fixer une heure universelle, dans l'intérêt des communications, de la Navigation et du Commerce. M. le Ministre prie l'Académie de lui donner son avis sur cette question.

» La Commission nommée par M. le Président pour préparer la décision à prendre sur ce sujet s'est réunie samedi dernier.

» Sans entrer dans la question de fond, et se bornant à celle qui lui était posée, la Commission a pensé que l'initiative prise par le gouvernement des États-Unis devait être accueillie favorablement en France. En conséquence, elle prie l'Académie de donner au Gouvernement le conseil d'accepter la convocation projetée d'un Congrès qui aurait pour mission de fixer, d'un commun accord, entre toutes les nations, un premier méridien et une heure commune, pour les relations internationales; comme le problème à résoudre touche à la fois à l'Astronomie et à la Navigation, à la Géographie et à la Physique du globe, aux voies de communication et à la Télégraphie, la Commission a pensé qu'il y aurait lieu d'envoyer à ce Congrès des représentants scientifiques de ces divers ordres d'intérêts. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution mécanique et physique du Soleil* (première Partie); par M. **Faye**.

« La critique de M. le Dr Young, à laquelle j'ai répondu dans ma Note du 26 décembre dernier, et les Communications de M. Siemens m'engagent à mettre sous les yeux de l'Académie un résumé très succinct de mes travaux sur le Soleil, sous la forme même où ils ont été présentés dans la *Popular Astronomy* de M. S. Newcomb. Cette théorie n'est pas sortie d'un jeu d'imagination comme celle d'Herschel, qui a été si longtemps acceptée et reproduite dans tous les Cours et tous les Traités : c'est le résultat d'une longue étude de la rotation particulière à cet astre, basée sur les sept années d'observations de M. Carrington. Au point de vue des détails, ce n'est encore qu'une ébauche; mais, au point de vue de l'ensemble, elle est certainement l'expression de la réalité. Aussi, quand l'analyse spectrale est venue ouvrir à l'observation une voie nouvelle, ma théorie a-t-elle très bien soutenu cette épreuve délicate. Elle a victorieusement résisté à la conception que M. Kirchhoff avait cru devoir tirer de ses belles découvertes en assimilant le Soleil à une masse liquide incandescente, et les taches à des

nuages froids et obscurs planant au-dessus ([1]); et, lorsque les progrès de l'analyse spectrale nous eurent mieux renseignés sur la nature des protubérances lumineuses, cette théorie a réussi, sans peine, à coordonner tous les faits nouveaux, en les présentant comme de simples conséquences de l'action mécanique des taches et des pores, action jusque-là ignorée et produisant, dans les couches extrêmes, une circulation verticale de l'hydrogène solaire. Enfin elle a fait connaître le rôle important que les gyrations à axe vertical jouent dans le mécanisme de l'univers. Quant aux objections que cette théorie a soulevées, elles tiennent uniquement, comme on a pu le voir dans une occasion toute récente, à ce que beaucoup de personnes éprouvent encore une certaine difficulté à se figurer ces mouvements gyratoires à axe vertical, soit sur le Soleil, soit dans notre propre atmosphère.

» Cette théorie comprend :

» 1° La formation de la photosphère et la constance de sa radiation;

» 2° Le mode de rotation qui en résulte;

» 3° Le caractère périodique de cette rotation;

» 4° La formation des taches, leur segmentation, leur action mécanique;

» 5° La circulation verticale de l'hydrogène superficiel.

» Quand on aborde cette étude, trois faits principaux frappent tout d'abord :

» 1° L'état d'incandescence des millions de Soleils qui peuplent l'espace;

» 2° La merveilleuse constance de leur radiation;

» 3° Le caractère périodique tranché que cette radiation finit par prendre dans les Soleils en voie d'extinction.

» Le premier a été expliqué par la théorie mécanique de la chaleur (R. Mayer) : il provient de ce que ces immenses amas de matière pondérable ont été formés, sous l'influence de l'attraction, par l'accession violente, vers certains centres, de matériaux disséminés primitivement dans des espaces énormes sous forme de chaos ou de nébuleuses. A ce compte, l'incandescence primitive est le propre de tout grand amas de matière, et je fais remarquer, en outre, que ces grands amas ont fait le vide *parfait* autour d'eux, car leur attraction puissante, qui va chercher au loin les

---

([1]) L'Académie n'a peut-être pas oublié les longues discussions qui ont eu lieu devant elle à ce sujet et le triomphe définitif de la théorie qui assigne aux taches du Soleil la forme d'un entonnoir et une profondeur de $\frac{1}{200}$ du rayon de cet astre.

moindres parcelles, ne laisse subsister aucun milieu pondérable dans l'espace ambiant.

» Le deuxième fait, objet principal de ma théorie, était resté complètement inexpliqué; mais sa généralité même, je veux dire la merveilleuse constance de radiation de ces millions d'étoiles (en négligeant pour le moment les variations périodiques d'éclat), me laissait croire que ce grand phénomène devait tenir à des conditions fort simples, et que ces conditions se trouvent pour ainsi dire spontanément réalisées dans tous ces amas de matériaux incandescents.

» La première de ces conditions, c'est que ces grands corps ne soient pas encore parvenus à l'état solide ou liquide ([1]); autrement leur radiation si intense, ne pouvant être alimentée suffisamment par voie de conductibilité aux dépens de la masse entière, serait réduite à la mince provision de chaleur d'une couche superficielle et l'astre ne tarderait pas à s'encroûter. Heureusement les admirables expériences de Cagniard-Latour avaient fait comprendre qu'une masse gazeuse peut acquérir, sans changer d'état, la densité d'un liquide sous la double influence de la pression et de la température. J'ai donc été conduit à penser que le Soleil, malgré sa densité moyenne, un peu supérieure à celle de l'axe, devait posséder la mobilité gazeuse dans toute son étendue, en sorte que le transport de chaleur, du centre à la surface, peut s'effectuer par des courants, à la seule condition que la masse entière soit composée principalement, non de gaz, mais de vapeurs dont la combinaison ou la condensation fournisse des matériaux de grande densité, condition évidemment remplie dans tous les astres que nous connaissons.

» Mais l'existence de courants verticaux allant de la surface au centre (chute des produits de la condensation) et du centre à la surface (ascension de simples vapeurs) ne peut manquer de réagir puissamment sur la rotation d'un pareil globe, et il est évident que cette rotation doit différer beaucoup de celle d'un corps tournant tout d'une pièce autour de son axe.

» L'étude directe de cette rotation était dès lors indispensable. Déjà M. Carrington avait montré que le Soleil, tout en possédant un axe fixe, est loin de tourner comme un corps solide. Seulement ses belles recherches l'avaient conduit à une loi compliquée, dont voici l'expression mathématique :

$$\omega = a - b\sqrt[4]{\sin^7 l};$$

([1]) Ceux qui ont atteint cet état ont cessé d'être visibles.

ω désignant la vitesse angulaire à la latitude l, a et b des constantes.

» J'ai repris le calcul de ses excellentes observations, en tenant compte d'une inégalité parallactique due à la profondeur des taches et d'une autre inégalité à longue période que j'ai reconnue dans les mouvements, en sens perpendiculaire à leurs parallèles, et j'ai trouvé que les observations étaient représentées avec une exactitude tout à fait inattendue par une loi beaucoup plus simple

$$\omega = a - b \sin^2 l,$$

en sorte que le phénomène doit dépendre d'une cause mécanique d'une égale simplicité [1].

» Ainsi les zones parallèles à l'équateur ont chacune une vitesse angulaire propre, du moins si l'on admet que les mouvements des taches observées répondent à ceux des zones de la photosphère, au sein desquelles ces taches sont plongées. En outre, les observations ne montrent pas la moindre trace de courants dirigés des pôles vers l'équateur. Jamais tache, même celle de la plus longue durée, ne passe d'un parallèle à l'autre, de manière à se rapprocher continûment de l'équateur ou du pôle; on n'y constate que des déplacements oscillatoires de faible amplitude. En résumé, la rotation se ralentit régulièrement de zone en zone; vers 40°, elle est de deux jours plus longue qu'à l'équateur, vingt-sept jours au lieu de vingt-cinq. Aux pôles, s'il était permis d'appliquer jusque-là les valeurs numériques de la formule, elle serait de plus de trente jours.

» D'où peut provenir une telle altération dans le mode ordinaire de rotation? Elle consiste évidemment dans un ralentissement général à la surface, ralentissement moins marqué à l'équateur qu'aux pôles, et la seule explication possible consiste en ce que des courants verticaux, arrivant à la surface, y apportent une vitesse linéaire d'autant moindre qu'ils seront partis d'une profondeur plus grande.

» Il est bien remarquable que cette conclusion s'accorde avec celle à laquelle nous étions parvenu tout à l'heure en considérant la nécessité de faire participer la masse entière à la radiation superficielle. En d'autres termes, pour expliquer la longue durée et la constance de cette radiation, nous disions que des courants verticaux, partis des régions centrales, devaient faire contribuer la chaleur de la masse entière à l'entretien de la

---

(1) J'ai obtenu $a = 857',6$, $b = 157',3$ par des observations comprises entre les parallèles de $+50°$ et de $-45°$.

photosphère. Or de tels courants ne peuvent s'établir sans ralentir la rotation, et nous trouvons que cette rotation subit précisément le genre prévu d'altération.

» Le jeu de ces courants est facile à comprendre. Dans une masse gazeuse sphérique, portée à une température intérieure excluant toute possibilité de combinaison chimique, il doit se trouver, près de la surface exposée au froid de l'espace, une couche dont la température permettra à certains éléments de se réassocier. Pour fixer les idées, imaginons que des vapeurs de magnésium, de calcium ou de silicium, mêlées d'oxygène, parviennent dans une couche à température relativement basse : ce mélange gazeux produira subitement un nuage de magnésie, de chaux ou de silice incandescentes qui rayonnera abondamment vers l'espace. Ces particules, bientôt refroidies, tomberont, par l'excès de leur densité, vers le centre du globe, sous forme de pluie continuelle et parviendront ainsi à une couche profonde dont la chaleur produira de nouveau la dissociation de leurs éléments. Les vapeurs et les gaz ainsi reconstitués et occupant un volume considérable forceront un volume équivalent, pris dans la même couche, à monter à son tour vers la superficie pour y produire un nouveau nuage et contribuer à la formation de la photosphère.

» Toute étoile se trouve donc, dès les premiers temps de sa formation, pourvue d'une photosphère resplendissante, dont la radiation restera la même tant que le jeu de ces courants verticaux alternatifs ne rencontrera pas d'obstacle. La masse entière de l'astre contribuant ainsi à la radiation superficielle, celle-ci durera longtemps, sans affaiblissement sensible, jusqu'à ce que, la température intérieure baissant au delà d'un certain point, le jeu des courants se trouvera entravé, puis supprimé. Alors la couche extérieure seule se refroidira et produira finalement la première phase géologique, celle de l'encroûtement.

» Ce jeu des courants verticaux se prête à l'alimentation d'une photosphère dans des conditions assez variées pour expliquer les grandes différences que présentent les étoiles de 1re grandeur, depuis Sirius jusqu'à α d'Orion. On conçoit même que l'action chimique soit remplacée, à la fin, par la simple condensation physique de vapeurs incandescentes parvenues dans la couche superficielle. Ce double jeu se prolonge d'ailleurs sous nos yeux, dans les atmosphères des corps parvenus à l'extinction, par la condensation des vapeurs aqueuses et la pluie, ce qui constitue sur notre globe la circulation aéro-tellurique de l'eau.

» Examinons maintenant de plus près les conséquences mécaniques de la

singulière rotation superficielle que nous venons de constater, en négligeant, pour simplifier, la résistance des milieux traversés. Si les courants ascendants partaient d'une même profondeur, d'une couche tout à fait sphérique, ce qui doit avoir lieu tout d'abord, ils apporteraient partout, à la surface, le même ralentissement angulaire. Pour que le ralentissement varie proportionnellement à $\sin^2 l$, il faut que la couche de départ soit aplatie, car alors, les rayons de cette couche variant sensiblement comme le carré du sinus de la latitude, il en sera de même du retard angulaire produit sur chaque zone de la surface.

» Or cet aplatissement de la couche interne d'émission est commandé par cette autre loi générale de Mécanique, en vertu de laquelle la somme des aires décrites par les rayons vecteurs des molécules et projetées sur l'équateur doit rester constante. Si la rotation de la couche superficielle est retardée par une cause interne quelconque, il faut donc que celle des couches profondes soit accélérée et, par suite, que ces couches perdent leur sphéricité et prennent un aplatissement sensible.

» Nous touchons ici à un autre ordre de conséquences encore plus délicat. Il y a en effet à considérer deux tendances opposées, celle de certaines couches intérieures à s'aplatir sous l'influence d'un excès de vitesse de rotation, en même temps qu'elles se refroidissent, et celle de ces mêmes couches à se disposer à chaque instant dans l'ordre des densités et des températures.

» Or, dans le noyau intérieur, le refroidissement apporté par les courants descendants de la photosphère ne saurait se propager que par la voie fort lente de la conductibilité. On conçoit donc que l'équilibre intérieur ne soit pas absolument stable, et qu'il arrive un moment où la disposition anormale des couches, par rapport aux densités et aux températures, parvenue à son maximum, tende à se défaire brusquement pour faire place à un remaniement dans les couches centrales et à une rotation plus régulière. Mais bientôt le jeu incessant des courants qui alimentent la photosphère recommencera à modifier la rotation et la loi des densités à ses divers étages.

» Ainsi cette rotation, si singulière pour nous qui habitons un globe tournant de toutes pièces, devra présenter une allure périodique. La production des taches, qui est essentiellement liée, comme nous le verrons dans la seconde Partie de cette Note, à ce mode de rotation, sera elle-même affectée de périodicité. Seulement je n'ai pu étudier à fond ces variations de vitesse, parce que, lorsque les taches manquent, il n'y a pas moyen d'observer la rotation. Reste, il est vrai, l'ingénieux moyen proposé par M. Zœllner,

lequel consiste à mesurer la vitesse de rotation en mettant optiquement en contact deux bords opposés du disque du Soleil et en observant le déplacement relatif de leurs raies; malheureusement la quantité à mesurer est alors fort petite et, malgré tous les soins apportés par M. Young dans ces délicates observations, ce moyen n'est pas encore en état de contrôler les variations dont il s'agit ici.

» Nous nous occuperons, dans la deuxième Partie de cette Note, des taches et de leurs fonctions mécaniques. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sulfites alcalins;* par M. **Berthelot.**

« **1.** On sait que l'on distingue deux séries de sulfites : les sulfites neutres et les sulfites acides, réputés répondre à la constitution d'un acide bibasique : soient $S^2O^4,2KO$ et S^2O^4,KO,HO, étudiés par MM. Muspratt, Rammelsberg et de Marignac. Ces savants ont encore signalé un bisulfite anhydre : S^2O^4,KO. La suite de mes recherches sur les produits de l'explosion de la poudre m'a conduit à mesurer la chaleur de formation de ces divers sulfites de potasse et j'ai reconnu, non sans surprise, que le prétendu bisulfite anhydre, loin d'appartenir au même type que les autres sulfites, constitue en réalité, par ses réactions chimiques et par ses propriétés thermiques, un type propre, caractéristique d'une nouvelle série saline : les *métasulfites,* aussi distincts des sulfites proprement dits que les métaphosphates et les pyrophosphates, par exemple, le sont des phosphates normaux. C'est en définissant la chaleur de formation des sulfites normaux que j'ai rencontré les discordances singulières qui m'ont mis sur la voie, et j'ai dû reprendre cette définition dès l'origine des réactions. Je vais exposer aujourd'hui cette première recherche.

» **2.** J'ai d'abord mesuré la *chaleur de dissolution de l'acide sulfureux gazeux dans l'eau,* en opérant avec une fiole calorimétrique close [1] et à l'abri de l'air, et en pesant directement le gaz absorbé par 600gr d'eau : méthode plus sûre et plus rigoureuse que celle qui consiste à titrer l'acide sulfureux.

Poids de SO^2 absorbé.	Chaleur dégagée $SO^2 = 32^{gr}$.
	Cal
7gr,430, à 11°,5	+4,30
8gr,555, à 12°,3	+4,04
Moyenne	+4,17

[1] *Essai de Méc. chim.*, t. I, p. 221.

» Ce chiffre répond à S^2O^4 (= 64gr) dissous dans 5lit d'eau environ. Il est sensiblement plus fort que le chiffre donné par M. Thomsen, vers 18° : + 3,85; soit à cause des erreurs que comportent les titrages indirects, soit à cause de la différence des températures et des concentrations.

» *Chaleur de dilution.* — Une solution récente et concentrée d'acide sulfureux (84gr au litre), étendue avec 5 fois son volume d'eau, à 12°,9, a dégagé + 0,28 (même dilution que la précédente).

» 3. J'ai mesuré la *chaleur de neutralisation de l'acide sulfureux par la potasse*, par équivalents fractionnés, sur des acides d'origines diverses.

» 1° L'acide gazeux étant dissous à l'instant même et déterminé par pesée :

S^2O^4(64gr = 5lit) + 2KO(47gr,1 = 2lit), à 13°,4.. + 16,2 × 2
S^2O^4(64gr = 5lit) + KO(47gr,1 = 2lit)......... + 16,5

» 2° L'acide dissous la veille et déterminé par titrage (iode) :

S^2O^4 dissous + 2KO dissoute, à 13°........... + 15,8 × 2
S^2O^4 dissous + KO dissoute, à 13°............ + 16,8

» 3° L'acide préparé depuis plusieurs années et titré de même :

S^2O^4 dissous + 2KO dissoute, à 11°........... + 15,7 × 2
S^2O^4 dissous + KO dissoute, à 11°............ + 16,4

» La moyenne générale serait :

S^2O^4 dilué + 2KO diluée, à 13°.................. + 15,9 × 2
S^2O^4 dilué + KO diluée, à 13°................... + 16,6 (1)

» On en déduit l'action du deuxième équivalent de potasse sur le bisulfite *formé à l'instant même*, soit :

S^2O^4, KO, HO étendue + KO étendue............. + 15,2

» L'addition d'un excès de potasse au sulfite neutre dégage une petite quantité de chaleur : soit + 0,33 pour KO + SO^3K, vers 12°.

---

(1) M. Thomsen a donné, vers 18° :

S^2O^4 dissous + 2NaO dissoute................ + 14,5 × 2
S^2O^4 dissous + NaO dissoute................. + 15,9

d'où résulte

S^2O^4, NaO, HO dissous + NaO dissous......... + 13,1

Ces chiffres me semblent faibles; probablement à cause du procédé de titrage de l'auteur, procédé qui n'a pas été publié, mais qui est moins sûr, en tout cas, que la pesée directe.

» Remarquons ici que l'acide préparé depuis plusieurs années n'a pas fourni des chiffres sensiblement différents de l'acide préparé immédiatement. Cependant il exerçait sur les sels d'argent les actions réductrices signalées par M. Stas, lesquelles sont dues probablement à de petites quantités d'acides thioniques.

» 4. *Sulfite neutre de potasse.* — La préparation de ce sel a offert quelques difficultés. Je l'ai obtenu sous la forme d'un hydrate : SO^3K, HO, lequel perd son eau au-dessous de 120° :

SO^3K (79gr,1) + eau (1 p. sel + 40 p. eau), à 12°...	+ 0Cal,72
SO^3K, HO (88gr,1) + eau (1 p. + 25 p. eau), à 12°.	+ 0Cal,55

» On en déduit

SO^3K solide + HO liquide = SO^3K, HO, dégage....... + 0,17

valeur inférieure à la chaleur de solidification de l'eau. L'hydrate, depuis l'eau solide, est donc formé avec absorption de chaleur

$$(0,72 + 0,16 = -0,56).$$

J'ai déjà signalé plusieurs cas de ce genre.

» 5. *La chaleur de formation* du sulfite neutre de potasse, depuis ses éléments, est facile à calculer, si l'on joint aux données précédentes la chaleur de formation du gaz sulfureux, soit

S (16gr) + O^2 (16gr) = SO^2 gaz.................. + 34Cal,6

d'après mes déterminations.

» On a dès lors

$S + O^2 = SO^2$ gaz..............................	+ 34,6
SO^2 gaz + eau = SO^2 dissous..............	+ 4,2
$K + O$ + eau = KO dissoute....................	+ 82,3 (T.)
Union de l'acide et de la base dissous.............	+ 15,9
Séparation du sel solide, anhydre..................	— 0,7
$S + O^3 + K = SO^3K$..............................	+ 136,3

» On a encore

SO^2 gaz + KO anhydre............................ + 53,1

» 6. *Partages.* — Le sulfite neutre de potasse est décomposé partiellement par l'acide chlorhydrique étendu, avec des phénomènes thermiques

qui varient suivant les proportions relatives :

$2SO^2K$ étendu + 2HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 13° .... — 1,8
» + 9HCl .... — 2,4

» Ces nombres attestent le partage de la base entre les deux acides, avec formation de chlorure et de bisulfite.

$2SO^3K$ ét. + HCl ét. = S^2O^4, KO, HO diss. + KCl diss., absorberait. — 1,7

» Avec 2HCl ou plus, le déplacement total exigerait : — 4,0. Le partage observé avec un excès d'acide chlorhydrique surpasse la formation du bisulfite, sans doute à cause de l'état de dissociation partielle de ce sel acide par l'eau ([1]).

» Réciproquement l'acide sulfureux dissous décompose partiellement le chlorure de potassium

SO^2 dissous + KCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 12° .... + 0,48

» Le calcul exact de ces partages ne saurait d'ailleurs être fait, à cause du changement rapide de constitution que le bisulfite éprouve dans ses dissolutions.

» Avec une petite quantité d'acide chlorhydrique, telle que $\frac{1}{2}$HCl en présence de $2SO^3K$, il y a même un léger dégagement de chaleur (+ 0,6), qui semble attester la formation immédiate du métasulfite.

» 7. *Décomposition pyrogénée.* — On admet que le sulfite neutre de potasse se décompose en sulfate et sulfure :

$$4SO^3K = 3SO^4K + KS.$$

» J'ai fait une étude spéciale de cette décomposition, qui constitue l'un des caractères distinctifs les plus frappants entre les sulfites normaux et les métasulfites.

» J'ai constaté que le dosage exact des produits vérifie l'équation ci-dessus de la façon la plus précise, lorsqu'on chauffe vers le rouge sombre le sulfite sec dans une atmosphère d'azote ([2]). Plusieurs dosages par l'iode, faits avec les précautions voulues, ont absorbé, par exemple : 31^{cc},5;

([1]) Cf. le déplacement partiel de l'acide sulfurique par l'acide chlorhydrique avec formation du bisulfate. (Voir *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 587 et 642.)

([2]) Seulement le sulfure formé contient, comme toujours, quelque peu d'un polysulfure rouge, composé que l'on rencontre dans toutes les conditions où le monosulfure seul devrait prendre naissance.

$32^{cc},5$; $30^{cc},8$ de la solution iodée; alors que le sel primitif en prenait 126^{cc}: le quart de ce dernier chiffre est bien $31^{cc},5$. Il ne se dégage point d'acide sulfureux, contrairement à une assertion de M. Muspratt, laquelle exigerait une mise à nu de potasse inexplicable.

» La décomposition du sulfite n'a pas encore lieu à 450°, le sel demeurant intact jusque vers le rouge sombre et, même à cette température, exigeant un certain temps pour se transformer entièrement. »

CHIMIE. — *Sur les hyposulfites alcalins*; par M. **Berthelot.**

« I. Dans une discussion qui s'est élevée, il y a quelques années, sur la composition des produits de l'explosion de la poudre, j'ai établi que l'hyposulfite de potasse, accusé par les analyses anciennes jusqu'à la dose de 34 centièmes, ne préexiste pas en réalité, à dose sensible, parmi ces produits; il est introduit pendant les manipulations analytiques. Cette démonstration repose sur le fait que l'hyposulfite est entièrement détruit un peu au-dessus de 500°, température bien inférieure à celle de l'explosion de la poudre. Elle a été acceptée finalement, non sans contestations au début, par MM. Noble et Abel, à la suite des expériences de M. Debus qui a constaté que l'hyposulfite, trouvé dans les analyses, résultait de l'emploi de l'oxyde de cuivre pour éliminer les polysulfures alcalins. J'ai fait, depuis, la même constatation avec l'oxyde de zinc. Cet oxyde, agissant sur du polysulfure de potassium, m'a fourni, à côté du sulfure de zinc, de l'hyposulfite, du sulfate et de l'hyposulfate; la proportion relative du soufre contenu dans ces trois derniers corps étant 11, 18 et 8 dans une expérience. La présence de l'hyposulfate, en particulier, avait échappé jusqu'ici; il est probable que ce corps se produit également avec l'oxyde de cuivre. Il prend même naissance, quoiqu'en petite quantité, lorsqu'on détruit le polysulfure par l'acétate de zinc.

» 2. Ces faits étant acquis, il m'a paru utile de préciser davantage les températures de décomposition des hyposulfites alcalins. Les expériences ont été faites sur des sels desséchés d'une manière progressive, d'abord dans le vide, puis à 150°, conditions dans lesquelles ils n'éprouvent aucune altération. Si on les porte brusquement vers 200°, au contraire, ils éprouvent un commencement de décomposition sous l'influence de la vapeur d'eau fournie par les hydrates. Lorsqu'on les chauffe plus haut, il faut opérer dans une atmosphère d'azote pur et sec; la moindre trace d'oxygène provoquant une oxydation, avec sublimation de soufre. La décomposition

des hyposulfites est accusée par le titrage au moyen de l'iode, qui doit tomber à moitié d'après la formule théorique

$$4S^2O^3K = 3SO^4K + KS^5.$$

» On opère au bain d'alliage, les températures étant données par un thermomètre à air. J'ai trouvé :

		Titre en iode. div.
S^2O^3K	théorique........	323
»	séché dans le vide....	323
Chauffé à	255°.........	325
»	310 dix minutes...	320
»	» une heure....	323
»	430 peu de temps..	320
»	470....	160
»	490.............	161

		Titre en iode. div.
S^2O^3Na	théorique...........	632
»	séché à 150°........	632
»	» 200...	634
»	» 255	634
»	» 331 dix min...	633
»	» » une heure.	633
»	» 358.........	632
»	» 400...	569
»	» 470.........	375
»	» 490.........	381

» Il résulte de ces dosages que les hyposulfites de potasse et de soude résistent sans altération jusque vers 400°.

» Le sel de soude s'altère déjà à cette température; le sel de potasse résiste un peu davantage, jusque vers 430°; du moins, si l'on ne prolonge pas trop la durée du chauffage : autrement il commence à s'altérer. A 470°, la décomposition est totale. Elle est strictement théorique pour le sel de potasse. Pour le sel de soude, il y a sublimation partielle du soufre et le titre trouvé est trop fort de 8 pour 100 environ (sur 50).

» 3. J'ai mesuré la chaleur de dissolution des deux hyposulfites anhydres :

			o	Cal
S^2O^3K séché dans le vide (1 + 90 p. d'eau), à			10	— 2,49
S^2O^3Na séché à 200° (1 + 50 p. eau), à.....			13,5........	+ 0,86
»	»	150°..	7,5........	+ 0,62
»	»	358°....................	7,5........	+ 0,74

» Après chauffage à 470°, la chaleur de dissolution avec le premier sel a été sensiblement la somme de celles du sulfate et du polysulfure : par suite d'une coïncidence fortuite, le chiffre observé (— 2,26) diffère à peine de celui fourni par le sel primitif. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les unités complexes.* Note de M. L. **Kronecker**. (Suite.)

« **7.** Soit u une quantité déterminée. Développons le produit

$$\prod_\alpha [u + |(c, z_\alpha)|] \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, \lambda),$$

et appliquons aux coefficients des différentes puissances de u l'inégalité connue

$$m|a_1 a_2 \ldots a_m|^{\frac{1}{m}} \leqq |a_1| + |a_2| + \ldots + |a_m|.$$

Les inégalités fondamentales que nous avons obtenues à la fin du paragraphe précédent nous permettent alors de passer à tout un système d'inégalités que nous écrirons sous la forme

$$\prod_\alpha [u + |(c, z_\alpha)|] = \left[u + (rt)^{1-\frac{\nu}{\lambda}} \mathrm{M}^{\frac{1}{\lambda}} \prod_\beta \mathrm{S}_\beta^{-\frac{1}{\lambda}}\right]^\lambda + \mathrm{P}(u),$$

$$\prod_\alpha [u + |(c, z_\alpha)|] = \prod_\alpha (u + rt\mathrm{S}_\alpha) - \mathrm{P}'(u),$$

$$\prod_\alpha [u + |(c_\rho, z_\alpha)|] = \left[u + (rt)^{1-\frac{\nu}{\lambda}} \mathrm{M}^{\frac{1}{\lambda}} \prod_\beta \theta_\beta^{\frac{1}{\lambda}} \mathrm{S}_\beta^{-\frac{1}{\lambda}}\right]^\lambda + \mathrm{P}_\rho(u) \quad \begin{pmatrix} \alpha = 1, 2, \ldots, \lambda \\ \beta = \lambda + 1, \lambda + 2, \ldots, \nu \end{pmatrix},$$

$$\prod_\alpha [u + |(c_\rho, z_\alpha)|] = \prod_\alpha (u + rt\,\mathrm{S}_\alpha \theta_\alpha^{-1}) - \mathrm{P}'_\rho(u);$$

les coefficients des fonctions entières $\mathrm{P}(u)$ sont essentiellement positifs.

» Les inégalités du paragraphe précédent se rapportaient seulement au produit des quantités $|(c, z_\alpha)|$; celles que nous venons d'en déduire sont plus générales. Elles nous donnent des limites inférieures et supérieures pour chaque fonction symétrique élémentaire de ces quantités et, par suite, pour ces λ quantités elles-mêmes. Nous pouvons donc les considérer comme donnant et limitant l'approximation avec laquelle on peut résoudre le système d'équations

$$c' z'_\alpha + c'' z''_\alpha + \ldots + c^{(n)} z_\alpha^{(n)} = 0 \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, \lambda),$$

où il est naturel de supposer qu'il n'y a point deux systèmes z_α identiques, et qu'à tout système imaginaire correspond toujours un système conjugué, compris parmi les λ systèmes (z_α). Ce problème est identique au suivant:

Trouver des nombres rationnels γ'', γ''', $\ldots$, $\gamma^{(n)}$ *tels que les équations*

$$z'_\alpha + \gamma'' z''_\alpha + \ldots + \gamma^{(n)} z^{(n)}_\alpha = 0 \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, \lambda)$$

soient approximativement vérifiées.

» Pour résoudre ce problème, nous pourrons faire usage des nombres c_ρ si nous parvenons à resserrer suffisamment les limites données par la dernière inégalité. Les quantités θ_α et rt y sont seules à notre disposition. Comme rt est la limite supérieure des entiers $|c|$, si nous fixons le nombre r, il faut laisser croître arbitrairement le nombre t. Alors l'ordre de grandeur des entiers $|c|$ nous sera donné par t; c'est à ce nombre que nous comparerons les quantités t_1, t_2, $\ldots$, t_ν dont nous pouvons encore disposer, ainsi que la valeur des quantités $|(c_\rho, z_\alpha)|$, c'est-à-dire le degré d'approximation avec lequel les équations sont vérifiées. En fixant un terme de comparaison pour la grandeur des $|c_\rho|$ et pour la valeur des $|(c_\rho, z_\alpha)|$, le problème posé se présente sous une forme plus déterminée.

» Si $2\varkappa$ des λ systèmes (z_α) sont imaginaires et si nous posons $\lambda - \varkappa = h$, il n'y a à résoudre que h équations

$$c' z'_\alpha + c'' z''_\alpha + \ldots + c^{(n)} z^{(n)}_\alpha = 0 \quad (\alpha = 1, 2, \ldots h).$$

Les θ_1, θ_2, $\ldots$, θ_z y peuvent être choisis arbitrairement; mais les t_1, t_2, $\ldots$, t_h sont alors déterminés; selon que le système (z_α) est réel ou imaginaire, t_α est égal à θ_α ou à θ^2_α. Comme nous ajoutons cependant aux h équations celles qui correspondent aux $\varkappa$ systèmes conjugués (z_{h+1}), (z_{h+2}), $\ldots$, (z_λ), il convient de prendre les valeurs de t_{h+1}, t_{h+2}, $\ldots$, t_λ égales à l'unité; mais 2θ correspondant à deux systèmes (z) conjugués sont nécessairement égaux, car nos inégalités se basent sur ce que la *valeur absolue* de (c_ρ, z_α) est plus petite que $\frac{rtS}{\theta_\alpha}$.

» Ceci posé, nous aurons l'égalité

$$t_1 t_2 \ldots t_\lambda = \theta_1 \theta_2 \ldots \theta_\lambda.$$

Pour être certain que parmi les c il existe des c_ρ, il est nécessaire de satisfaire à la condition

$$t_1 t_2 \ldots t_\nu \leqq (rt)^n - 1 \quad \text{ou} \quad \theta_1 \theta_2 \ldots \theta_\lambda t_{\lambda+1} t_{\lambda+2} \ldots t_\nu \leqq (rt)^n - 1.$$

D'autre part, pour que tous les $|(c_\rho, z_\alpha)|$ deviennent simultanément aussi petits que possible, il faudra prendre les θ_α aussi grands que possible et du même ordre. Nous poserons donc $\theta_\alpha = r_\alpha t^\sigma$, les r_α désignant des nombres

déterminés et σ devant être choisi aussi grand que possible. La condition

$$r_1 r_2 \ldots r_\lambda t_{\lambda+1} t_{\lambda+2} \ldots t_\nu t^{\lambda\sigma} \leqq (rt)^n - 1$$

montre alors qu'il faut choisir

$$t_{\lambda+1} = t_{\lambda+2} = \ldots = t_\nu = 1 \quad \text{et} \quad \sigma = \frac{n}{\lambda}.$$

» Il résulte de ce qui précède que nous pouvons satisfaire aux λ équations

$$z'_\alpha + \gamma'' z''_\alpha + \ldots + \gamma^{(n)} z^{(n)}_\alpha = 0 \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, \lambda)$$

avec une approximation de l'ordre de $t^{-\frac{n}{\lambda}}$, en posant chaque $\gamma^{(k)}$ égal à une fraction $\frac{c^{(k)}_\rho}{c'_\rho}$ dont le numérateur et le dénominateur ont des valeurs du même ordre que t.

» Nous n'avons fait usage jusqu'ici que des limites supérieures des inégalités générales établies plus haut. Les limites inférieures nous montrent immédiatement que les λ équations ne peuvent être vérifiées par des fractions rationnelles $\frac{c^{(k)}}{c'}$ avec une approximation plus grande que $t^{-\frac{\nu}{\lambda}}$.

» Si $n = \lambda + 1$, et si l'on pose

$$z^{(a)}_\alpha = \delta_{\alpha a} \quad (a, \alpha = 1, 2, \ldots, \lambda),$$

$\delta_{a\alpha}$ étant nul pour $a \gtrless \alpha$ et δ_{aa} étant égal à l'unité, nous obtenons une approximation simultanée de l'ordre $t^{-\frac{n}{n-1}}$ pour les valeurs de $z^{(\lambda+1)}_1, z^{(\lambda+1)}_2, \ldots, z^{(\lambda-1)}_\lambda$. C'est le cas considéré par M. Hermite dans son célèbre Mémoire sur la fonction exponentielle.

» 8. Supposons maintenant que $z_1, z_2, \ldots, z_\nu$ soient les racines d'une équation irréductible $F(z) = 0$, à coefficients rationnels, et que $z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha$ soient des fonctions entières de z_α à coefficients rationnels. Pour que la condition imposée aux systèmes (z) dès le début de nos recherches soit vérifiée, il est nécessaire de choisir les z_α de manière qu'une équation de la forme $(c, z_\alpha) = 0$, où les c sont des nombres entiers, ne puisse avoir lieu que si tous les c sont nuls. Mais alors l'existence d'un minimum M, différent de zéro, est manifeste. Car, si nous prenons pour g un entier tel que les $g z^{(k)}$ soient des nombres algébriques *entiers*, le produit $g^\nu \prod_\alpha |(c, z_\alpha)|$ sera égal à un nombre entier différent de zéro, et, par suite, nous pourrons

prendre pour M la fonction $\frac{1}{g}$. Nous pouvons donc appliquer les résultats du paragraphe précédent aux z ainsi définis, et parvenir ainsi à une *réduction approximative* de toute équation irréductible. Il suffit pour cela de prendre pour les fonctions $z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha$ les puissances successives de z_α et de poser

$$z_\alpha^{(k)} = z_\alpha^{n-k} \quad (k = 1, 2, \ldots, n).$$

Puisqu'on suppose que l'équation $P(z) = 0$ de degré ν est irréductible et qu'il n'existe pas de relations linéaires à coefficients entiers entre les n fonctions $z^{(k)}$, il est manifeste que $n \leqq \nu$.

» Si nous formons une équation

$$\Phi(z) = z^{n-1} + \frac{c_\rho}{c'_\rho} z^{n-1} + \ldots + \frac{c_\rho^{(n)}}{c'_\rho} = 0,$$

elle nous donne une réduction approximative de l'équation $F(z) = 0$; car $\Phi(z) = 0$, dont le degré $n - 1$ est plus petit que ν, est vérifiée pour λ racines de $F(z)$ avec une approximation de l'ordre de $t^{-\frac{n}{\lambda}}$. Nous savons, de plus, qu'il est impossible de parvenir à une approximation plus grande que $t^{-\frac{\nu}{\lambda}}$. Si, pour abréger, nous disons que $t^{-\frac{n}{\lambda}}$ exprime l'ordre de la réduction approximative donnée par $\Phi(z) = 0$, cet ordre dépend du degré de l'équation réduite $\Phi(z) = 0$, tandis que la limite de l'ordre d'une réduction approximative quelconque dépend du degré de l'équation donnée $F(z) = 0$. Mais il est naturel d'admettre que le degré de l'équation réduite n'est inférieure que d'une unité à celui de l'équation donnée; ce cas est d'ailleurs le plus important. Nous poserons donc $n = \nu$. Alors l'ordre de réduction approximative donnée par $\Phi(z) = 0$ coïncide avec l'ordre extrême que la nature du problème permet d'atteindre, ce qui résout la question que nous avons été amenés à nous poser.

» En considérant le cas particulier où $n = 2$ et $\lambda = 1$, nous sommes amenés, avec M. Liouville (*Journal de Mathématiques*, t. XVI, p. 133), à faire une remarque intéressante que nous pouvons énoncer ainsi : La distance qui sépare les nombres algébriques d'ordre ν des nombres rationnels dont le numérateur et le dénominateur sont de l'ordre de t est au moins de l'ordre de $t^{-\nu}$.

» Ce résultat découle immédiatement de l'introduction de limites inférieures pour $|(c, z_\alpha)|$, et il me semble que cette introduction est le seul

point essentiel ajouté dans ce Mémoire aux principes clairement indiqués par Lejeune-Dirichlet, dans sa Note de 1842. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec le rhodium.* — On l'obtient des quatre façons suivantes :

» 1° Dans la solution chlorhydrique très acide, le gallium est précipité par le prussiate jaune de potasse. L'opération réussit à froid ou à une chaleur modérée. Tout le rhodium est contenu dans la liqueur; pour l'en retirer, on peut évaporer à sec après addition d'un excès d'acide sulfurique et de bisulfate potassique; à la fin, la chaleur est poussée jusqu'au rouge. On sépare ensuite Rh et Fe par les moyens connus.

» 2° L'action de l'hydrogène sulfuré sur le chlorure de rhodium est très lente à froid et peu rapide encore à 85°-90° dans les solutions étendues. Mais à l'ébullition, vers 100°, il ne faut pas longtemps pour transformer le chlorure de rhodium en sulfure. On opère en liqueur chlorhydrique sensiblement acide. Quand on veut obtenir un grand degré d'exactitude, il faut concentrer autant que possible les eaux mères (2), chasser la majeure partie de l'acide chlorhydrique et renouveler l'action de H^2S à l'ébullition. Il n'échappe de cette façon que des traces insignifiantes de rhodium.

» Le sulfure de rhodium, recueilli sur un filtre et lavé à l'eau légèrement aiguisée de HCl, renferme ordinairement des traces de gallium dont on le prive en reprenant par l'eau régale, chassant l'acide azotique et reprécipitant par H^2S à l'ébullition. En même temps que le sulfure, il se dépose parfois un peu de rhodium métallique inattaquable par l'eau régale. L'hydrogène sulfuré employé dans mon travail était préparé au moyen d'acide chlorhydrique et de sulfure de fer.

» Avec un peu de soin, le procédé actuel donne de très bons résultats.

» 3° Le cuivre réduit le rhodium, très lentement à froid, plus rapidement à chaud (vers 90°). Il est bon d'opérer sur des liqueurs chlorhydriques un peu acides et du moindre volume possible. On remplace l'eau

(1) *Comptes rendus*, décembre 1882, p. 1332.

(2) On doit éviter de dessécher le chlorure de rhodium, car il perdrait alors, en tout ou en partie, sa solubilité dans l'eau régale.

d'évaporation et l'on ajoute par intervalles quelques traces de HCl. Plusieurs heures de chauffe sont nécessaires.

» Le rhodium précipité par le cuivre ne retient pas de gallium (ou à peine des traces sans importance); il est partiellement attaqué par l'eau régale.

» 4° En solution chlorhydrique sensiblement acide, le rhodium est réduit par le zinc après un contact prolongé à chaud (90°). Il faut maintenir un assez vif dégagement d'hydrogène par des additions successives de zinc et de HCl. Le métal réduit retient un peu de gallium, mais la proportion en paraît être notablement moindre que dans le cas du palladium ou du platine.

REMARQUES SUR QUELQUES RÉACTIONS DES SELS DE RHODIUM.

» Les Ouvrages de Chimie générale donnent, pour l'analyse qualitative des sels de rhodium, certaines indications qui me paraissent être assez incomplètes pour pouvoir induire en erreur les personnes non familiarisées avec le maniement des métaux rares; telles sont les propositions suivantes :

» 1° *Sulfure d'ammonium.* — Précipité brun de sulfure, se formant lentement, insoluble dans un excès de réactif.

» 2° *Hydrogène sulfuré.* — Précipité partiel brun, se formant lentement, soluble dans l'acide chlorhydrique.

» Voici les remarques que j'ai faites sur ces deux points :

» Un excès de sulfhydrate d'ammoniaque redissout facilement le sulfure de rhodium, surtout vers 40° ou 50°; la liqueur est d'un rouge orangé.

» Si le sulfure de rhodium finit par se déposer entièrement en présence du sulfhydrate, cela n'arrive qu'au bout d'un temps fort long et, au point de vue analytique, il est permis de considérer ce composé comme soluble dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque.

» Ainsi, une solution sulfo-ammoniacale de rhodium, après avoir été abandonnée pendant quinze jours dans un vase mal fermé à des températures variant de 15° à 70°, fut filtrée et enfermée dans des ballons scellés à la lampe. Vingt jours plus tard, il ne s'était encore déposé sur les parois des vases qu'une quantité de sulfure extrêmement faible relativement à celle demeurée dissoute. La mince pellicule de sulfure attachée au verre ne se dissout d'ailleurs pas sensiblement dans le sulfhydrate d'ammoniaque.

» Le sulfure de rhodium formé par H^2S à l'ébullition est également insoluble dans le sulfhydrate, contrairement à ce qu'on observe avec celui

qu'abandonne à l'ébullition une solution sulfo-ammoniacale; ce dernier composé est en effet très facilement repris par le sulfhydrate.

» La solubilité de son sulfure dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque peut servir à séparer le rhodium d'avec les métaux tels que Cu, Fe, Zn, etc., dont les sulfures sont très faiblement dissous par le sulfhydrate.

» Quand on traite la solution sulfo-ammoniacale de rhodium par un petit excès de HCl, on obtient du sulfure brun rosé [1] qui se dissout, il est vrai, en partie dans l'acide chlorhydrique concentré (et même dans l'acide acétique). Mais, en présence de l'hydrogène sulfuré, il ne tarde pas à se reformer du sulfure de rhodium d'un brun beaucoup plus foncé, presque noir, sur lequel l'acide chlorhydrique concentré n'a pour ainsi dire aucune action, car il n'en dissout que des traces.

» Il existe donc deux sulfures de rhodium, analytiquement différents. L'un brun-chocolat un peu rosé, très soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque, partiellement soluble dans HCl; l'autre, brun noir, insoluble dans les mêmes réactifs. »

BOTANIQUE. — *Tableaux concernant la ramification de l'*Isatis tinctoria; par M. A. Trécul.

« Les Tableaux qui accompagnent ma Communication du 2 janvier, ayant été coupés de façon à en rendre l'intelligence difficile, l'Académie a bien voulu en ordonner la réimpression. La lecture de ma Note intitulée : *Ramification de l'*Isatis tinctoria, *et formation de ses inflorescences* (*voir* p. 36 de ce Volume) donnera l'explication de ces Tableaux. Les voici dans leur intégrité.

---

(1) Si le rhodium est peu abondant, l'acide chlorhydrique ne forme d'abord qu'un précipité blanc (soufre). Le sulfure brun prend ensuite graduellement naissance.

I.

Axe primaire de 70^{mm}.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},65$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes.	Bourgeons.
mm	mm
0,50.......	0,35
0,65.......	0,50
1,65.......	0,75
1,80.......	0,85
2,65.......	0,90
3,46.......	0,85
6,00.......	0,65
7,00.......	0,55
9,00.......	0,40
12,00.......	0,55
19,00.......	0,95
32,00.......	1,30
50,00.......	2,00
81,00.......	4,50
112,00.......	10,15
134,00.......	13,00
180,00.......	27,00
215,00.......	32,00
177,00.......	37,50
Feuilles inf. tombées	23,00
» ...	13,00
» ...	7,00
» ...	5,50
» ...	4,50
» ...	3,10
» ...	1,50

II.

Rameau inférieur avec axe de 40^{mm}.
Les fleurs inférieures
de l'inflorescence terminale
avec le pédoncule avaient $0^{mm},60$.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes.	Bourgeons.
mm	mm
0,15.......	0,30
0,75.......	0,45
»	0,85
0,70.......	0,60
0,90.......	0,50
1,30.......	0,40
1,45.......	0,25
1,70.......	0,20
2,15.......	0,10
2,10.	0,0175
2,65.......	0,00
2,80.......	0,00
3,30.......	0,00
3,80.......	0,06
8,00.......	0,10
11,00... ...	0,27
21,00.......	0,55
27,00.......	0,60
46,00.......	0,90
57,00.......	1,65
66,00.......	3,00
83,00.......	4,10
92,00.......	1,75
Feuilles inf. tombées.	0,80
»	0,60
»	0,50

III.

Rameau avec axe de 15^{mm},
ayant
à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes.	Bourgeons.
mm	mm
0,03.......	0,085
0,06.......	0,10
0,075......	0,125
0,15.......	0,14
0,19.......	0,115
0,25.......	0,065
0,33.......	0,085
0,40.......	0,02
0,43.......	0,05
0,50.......	0,00
0,60.......	0,00
0,95.......	0,00
1,05.......	0,00
1,20.......	0,00
1,40.......	0,00
1,85.......	0,00
2,50.......	0,02
3,15.......	0,03
4,50.......	0,05
7,00.......	0,10
9,00.......	0,125
18,00.......	0,35
22,00.......	0,85

IV.

Rameau avec axe de $3^{mm},50$
ayant
à son sommet
de faibles proéminences.
Au-dessous venaient :

Feuilles axillantes.	Bourgeons.
mm	mm
0,03........	0,085
0,04........	0,065
0,10........	0,06
0,15........	0,05
0,27........	0,05
....	....
....	....
0,65........	0,00
0,70........	0,00
0,90........	0,00
1,15........	0,00
1,55........	0,00
1,80........	0,00
2,25........	0,00
3,15........	0,00
5,00........	0,00

MÉMOIRES LUS.

M. **Rézard de Vouves** donne lecture d'une Note sur la fièvre typhoïde, ses causes et son traitement.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **Ch. Brame** donne lecture d'une Note sur des applications des Sciences physiques à la Thérapeutique.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la silice hydraulique et sur le rôle qu'elle joue dans la prise des composés hydrauliques.* Note de M. **Ed. Landrin.**

(Renvoi à la Section de Chimie, à laquelle M. Daubrée est prié de s'adjoindre.)

« Quoique les recherches dont j'ai donné un extrait dans les *Comptes rendus* du 5 avril 1882, et que je poursuis depuis bientôt cinq ans, ne soient pas encore complètement terminées, je demande à l'Académie la permission, pour réserver ma priorité, d'en publier aujourd'hui les principaux résultats, en me proposant de revenir prochainement en détail sur chacun des points que je signale.

» 1° Si l'on décompose une solution de silicate de potasse par un acide, qu'on lave la silice obtenue et qu'on la sèche au rouge sombre, à plusieurs reprises, pour la débarrasser complètement des sels alcalins qu'elle maintient interposés, on obtient finalement de la silice pure, insoluble dans les acides, que j'ai appelée *silice hydraulique*.

» 2° En effet, cette silice a la propriété, mélangée avec 1, 2, 3 ou plusieurs fois son poids de chaux pure, de faire prise sous l'eau. Dans le composé hydraulique ainsi obtenu, la silice est redevenue soluble dans les acides, et cette solubilité a crû proportionnellement à la durée de l'immersion. Le quartz, ainsi que toute autre matière dure, peut être interposé dans le mélange de chaux et de silice, sans diminuer sa prise; il se forme alors un véritable mortier ou béton hydraulique.

» 3° La silice hydraulique joue le même rôle qu'une pouzzolane; elle a, comme celle-ci, la propriété de dépouiller l'eau de chaux. 30 parties de silice absorbent, par exemple, en quatre jours, 23,9 de chaux (CaO) en dissolution dans l'eau; cette absorption va en augmentant chaque jour, pour atteindre un maximum sur lequel je reviendrai plus tard. En appliquant à ces résultats les termes de comparaison qu'a employés Vicat, on constate que la silice hydraulique a la propriété de dépouiller, en quatre jours, 622 fois son volume d'eau de chaux, ce qui la classerait, toujours d'après Vicat, au rang des pouzzolanes les plus énergiques. Ce résultat est bien facile à comprendre, puisque, d'après mes expériences, les pouzzolanes ne doivent leurs propriétés hydrauliques qu'à la silice hydraulique qu'elles contiennent.

» 4° La propriété hydraulique de la silice hydraulique n'est pas due seulement à son état de division extrême, car la silice provenant de la préparation de l'acide hydrofluosilicique, par exemple, quoique aussi légère, ne fait prise dans aucun cas avec la chaux.

» 5° La silice hydraulique se retrouve dans les dépôts du silice du Hanovre ou kieselguhr, et conserve ses propriétés, même lorsqu'elle a été calcinée au rouge et rendue insoluble dans les acides. 5^{gr} de silice du Hanovre, ainsi calcinée, mêlés à 5^{gr} de chaux pure, ont fait prise au bout de vingt jours; $0^{gr},726$ étaient redevenus solubles dans l'acide chlorhydrique.

» 6° La silice hydraulique existe dans les dépôts de gaize ou de pierre morte, qu'on rencontre dans le nord et dans le nord-est de la France; les propriétés de cette gaize avaient du reste été signalées depuis longtemps par Vicat et par M. Durand-Claye.

» 7° La silice hydraulique est la base du calcaire du Theil; si l'on traite en effet ce calcaire par de l'eau acide très étendue, pour dissoudre le carbonate de chaux, qu'on lave et que l'on sèche la silice indissoute, pour la purifier, et qu'on la mélange avec de la chaux pure, cette silice fait prise, comme cela a lieu pour la silice hydraulique et pour la silice du Hanovre. La cuisson du calcaire du Theil n'a donc pour objet que la décomposition du carbonate de chaux; il n'est pas nécessaire de recourir à l'intervention de la formation et de l'hydratation d'un silicate de chaux, pour expliquer la prise de la chaux produite. De plus, l'absence dans cette chaux d'aluminate de chaux soluble explique, comme je l'ai dit dans ma précédente Communication, pourquoi cette chaux, placée en eaux tranquilles, à la mer, donne des résultats aussi remarquables.

» 8° La silice hydraulique existe dans les pouzzolanes naturelles, solubles ou insolubles dans l'acide chlorhydrique — A. En mêlant 5gr de pouzzolane insoluble et 5gr de chaux pure, on a ramené, au bout de vingt jours, 0gr,095 de silice à l'état soluble — B. En mêlant 5gr de chaux pure à 5gr de pouzzolane contenant déjà 0gr,036 de silice soluble, on a ramené 0gr,175 de silice, pendant le même temps, à l'état soluble.

» 9° La silice hydraulique existe dans tous les composés hydrauliques, où elle prend naissance dans la cuisson de la silice ou des silicates au contact de la chaux et des alcalis. Les travaux de M. Fremy ont en effet montré que tout composé hydraulique renferme de la chaux libre et une pouzzolane.

» 10° La rapidité plus ou moins grande de la prise des ciments tient, non pas à une composition chimique spéciale, mais bien à un état moléculaire particulier, provenant lui-même de la température de la cuisson. Les ciments de Grenoble à prise rapide et à prise lente ont sensiblement la même composition, mais sont cuits à des températures très différentes. En outre, M. Chevrou (*Revue industrielle*, 1877) a constaté, comme je l'ai remarqué moi-même, que la chaux portée à une température très élevée ne s'éteint plus que très difficilement et très lentement au contact de l'eau.

» *Conclusions.* — La silice hydraulique est la cause du *durcissement définitif* des mortiers hydrauliques. L'aluminate de chaux détermine, dans certains cas, la prise du mortier, comme pourrait le faire du plâtre; il ne peut pas concourir au durcissement définitif des matériaux hydrauliques, en raison même de sa solubilité; toutefois, comme cette solubilité n'est pas instantanée, l'aluminate de chaux, au moment de l'immersion, facilite l'union intime des éléments hydrauliques, empêche l'eau de pénétrer dans la masse même du mortier et, par conséquent, facilite l'action lente et réciproque de la chaux et de la silice hydraulique. Cela est tellement vrai, que la chaux du Theil, qui ne renferme pas d'aluminate de chaux, ne peut convenir aux travaux dans l'Océan, où elle est facilement désagrégée avant sa prise définitive, tandis qu'elle réussit fort bien dans les eaux de la Méditerranée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études chimiques sur le maïs à différentes époques de sa végétation;* par M. **H. Leplay.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

De l'absorption par les radicules, et de l'accumulation dans les différentes parties du maïs, des principes minéraux du sol autres que les carbonates et les bicarbonates de potasse et de chaux, soit de l'azote, du phosphore, du soufre; du chlore en combinaison avec les bases : potasse, soude, chaux et magnésie.

Du rapport que présentent entre eux les acides minéraux et les acides végétaux dans les différentes parties du maïs.

Des fonctions chimiques des principes minéraux dans la végétation.

« Il résulte de l'étude de ces diverses questions, contenue dans ce Mémoire :

» 1° *En ce qui concerne l'azote et ses composés.* — L'azote, abstraction faite de la forme sous laquelle il se trouve, existe en plus grande quantité dans les tiges et les feuilles de maïs avant la formation de l'épi qu'à la maturité de la graine, en plus grande quantité dans la graine arrivée à maturité que dans les feuilles, les tiges et le support des graines.

» Le jus de la tige de maïs contenant de l'albumine, de l'azotate de potasse et des acides végétaux comme le jus de la betterave, et la formation de ces différents produits s'accomplissant dans les mêmes conditions, on peut en conclure que ces principes azotés ont la même origine dans le maïs que dans la betterave, et que tout ce qui a été dit dans mon Mémoire concernant la formation des principes azotés contenus dans la betterave peut s'appliquer à la formation des mêmes principes dans le maïs.

» 2° *En ce qui concerne le rapport des acides minéraux aux acides organiques.* — La quantité d'acide phosphorique est plus grande pour un même poids de matière sèche dans les graines que dans le support des graines et que dans les tiges et les feuilles, et plus grande dans les tiges et les feuilles que dans les supports.

» Il s'établit donc une migration du phosphore de la racine à la graine, comme l'a établi le premier M. Corenwinder.

» Les quantités de bases chaux et magnésie en combinaison avec les acides minéraux phosphorique et sulfurique et le chlore sont bien moins grandes que la quantité de ces bases en combinaison organique avec des acides végétaux ou avec les tissus dans toutes les parties du maïs, excepté dans les graines.

» Il existe en combinaison, sur 100 parties de bases :

	Avec les acides minéraux.	Avec les acides organiques.
Dans les tiges et les feuilles	17,00	83,00
Dans le support des graines	3,30	96,70
Dans les graines	51,00	49,00

» Parmi les acides minéraux contenus dans les graines, l'acide phosphorique s'y trouve pour 90 pour 100, et, parmi les bases, la magnésie pour 49 pour 100; la chaux seulement pour 6 pour 100 et la potasse pour 42 pour 100.

» Il résulte de ces nombres que, dans les graines de maïs, l'acide phosphorique, qui constitue à peu près exclusivement les acides minéraux; serait en combinaison avec la magnésie, tandis que les acides végétaux se trouveraient surtout en combinaison avec la potasse.

» 3° *En ce qui concerne les fonctions chimiques des principes minéraux dans la végétation.* — L'azote sous la forme de matière azotée, et les principes minéraux, potasse, soude, chaux, magnésie, acide phosphorique, sulfurique et le chlore, particulièrement le phosphore et la magnésie, éprouvent dans la végétation du maïs une migration, des racines aux graines, en passant par les différents organes intermédiaires, semblable à la migration des bases potasse et chaux en combinaison organique, signalée dans mon Mémoire précédent. Cette similitude dans la marche de ces divers principes minéraux et organiques doit entraîner une similitude dans leurs fonctions.

» La présence des principes azotés et phosphorés aurait donc pour résultat de compléter la composition des tissus, de manière à leur donner les différentes propriétés qui leur sont nécessaires pour remplir leurs différentes fonctions, par exemple dans les radicules et les racines d'opérer la transformation organique et chimique de l'acide carbonique du sol absorbé en dissolution dans l'eau à l'état de bicarbonate de chaux et de potasse en acides végétaux; d'opérer la transformation organique du ibcarbonate d'ammoniaque en matière azotée, albumine, etc.

» Dans les feuilles, d'opérer la transformation organique et chimique de l'acide carbonique de l'air en sucre;

» Dans les tiges, d'opérer l'accumulation du sucre formé dans les feuilles et l'accumulation des sels formés dans les radicules et les racines;

» Dans les tissus des différentes parties du végétal, d'opérer la transformation du sucre en cellulose et des sels organiques solubles à base de chaux en matière incrustante des tissus;

» Dans les graines, d'opérer la transformation du sucre en amidon.

» Les quantités de ces principes minéraux et organiques ainsi répandus dans tous les tissus du végétal, quoique s'y trouvant en quantités relativement très faibles, paraissent cependant jouer un rôle considérable dans la végétation, et leur influence dans les fonctions organiques et chimiques de ces tissus doit être comparée à l'influence de la levure de bière dans les phénomènes chimiques de la fermentation.

» Les tissus composés de cellules nombreuses peuvent être représentés par leur unité, la cellule végétale, qui présente avec la cellule de levure de bière une grande similitude; toutes les deux sont nées des mêmes principes solubles dans les liquides au milieu desquels elles ont pris naissance; toutes les deux contiennent les mêmes principes organiques et inorganiques, mais dans des proportions différentes; toutes les deux subissent, par les lavages, la même désorganisation; mais ces deux cellules diffèrent essentiellement par les phénomènes chimiques qu'elles produisent: la cellule de levure produit particulièrement des effets d'analyse, tandis que la cellule végétale produit surtout des effets de synthèse.

» Il résulte de ce rapprochement entre la cellule de levure de bière et la cellule végétale constituant les tissus la justification de l'influence considérable des principes du sol, même en quantité infiniment petite, dans leur organisation; la justification de la nécessité d'une quantité suffisante dans le sol de ces mêmes principes sous la forme la plus appropriée aux transformations chimiques qu'ils doivent subir; enfin les explications des imperfections, soit de qualité, soit de quantité que peuvent subir les produits auxquels ces tissus sont appelés à donner naissance, par l'absence de ces principes indispensables à l'organisation parfaite de ces tissus.

» Ainsi se trouvent expliqués les résultats de la belle expérience de M. Boussingault sur la nécessité absolue du phosphore et de l'azote dans la végétation [1]. »

MÉDECINE. — *Traitement de la fièvre typhoïde à Lyon, en 1883.* Note de M. **Fr. Glénard**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine, fondation Montyon.)

« Le traitement de la fièvre typhoïde actuellement partout en vigueur, sauf à Lyon et en Allemagne, est le traitement par la méthode *expectante*,

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 19 novembre 1855.

c'est-à-dire par une méthode qui n'a rien de spécial à la fièvre typhoïde, mais *attend*, pour les combattre, les complications, les accidents qui peuvent survenir dans le cours de cette maladie et entraîner la mort.

» A *Lyon* depuis dix ans, en *Allemagne* depuis vingt ans, on a substitué à la méthode expectante une méthode de traitement de la fièvre typhoïde qui a pour but de *prévenir*, au lieu de les attendre, ces complications et ces accidents. Le *traitement par les bains froids* permet de remplir cette indication et transforme, par conséquent, en une maladie à peu près bénigne, la fièvre typhoïde, qui cause, chaque année, 15 000 morts en France et 1600 dans notre armée française. Il fut formulé par Brand (de Stettin) en 1861 ([1]); je le vis appliquer par l'auteur sur 89 malades, pendant ma captivité à Stettin, en 1870-1871, et je le fis connaître en France, il y a dix ans, en 1873, après avoir traité à Lyon 13 fièvres typhoïdes par les bains froids, dans le service de M. Élie Faîvre, à l'hôpital de la Croix-Rousse ([2]). Quatre mois plus tard, je pus joindre à ces 13 premières observations celles de 42 malades, traités après les miens et suivant mes indications par 14 médecins lyonnais. *Les 55 premiers cas traités à Lyon donnèrent 55 succès* ([3]).

» Les propositions que je crus alors pouvoir formuler sont aujourd'hui adoptées par l'école lyonnaise, presque unanime, et j'ai été expressément autorisé, par *le Corps médical des hôpitaux de Lyon*, à les soumettre, en son nom, à la consécration de l'Académie de Médecine (séance du 9 janvier 1883).

» En 1874, pendant l'*épidémie de Lyon*, 386 malades traités par les bains froids, en moins de deux mois, donnèrent 32 morts = 8,3 pour 100; et l'on ne baignait alors que les cas graves, dont la mortalité eût été, sans les bains froids, au moins de 50 pour 100, c'est-à-dire de 193 sur 386, au lieu de 32. La preuve en est que le taux de mortalité de la fièvre typhoïde, dans les hôpitaux de Lyon, habituellement de 26 pour 100, fut, en 1874, pour toute l'année, malgré l'épidémie, réduit à 11,23 pour 100.

» Aujourd'hui, grâce aux bains froids, la mortalité de nos hôpitaux par cette maladie est de 9 pour 100; celle de la pratique privée, de 1 à 2 pour 100.

([1]) Brand, *Die Hydrotherapie des Typhus*. Stettin, 1861. — 2e éd. *Die Wasserbehandlung des typhösen Fiebers*. Tübingen, 1877.

([2]) F. Glénard, *Du traitement spécifique de la fièvre typhoïde par la méthode du Dr Brand* (de Stettin) (*Lyon médical*, 1873).

([3]) F. Glénard, *Du traitement de la fièvre typhoïde par les bains froids, à Lyon* (juillet 1873, janvier 1874) (*Lyon médical*, 1874).

» Dans l'*armée française* (¹), avec la *méthode expectante*, il y a eu, en six ans (1875-1880) 26 047 fièvres typhoïdes avec 9597 décès, et par an, en moyenne, 4341 fièvres typhoïdes avec 1599 décès, soit une *mortalité de* 36,7 *pour* 100. En 1876, la mortalité fut de 1675 décès sur 4130 typhiques, soit 40,55 pour 100. En 1880, sur 4773 morts dans notre armée, il y en a eu 2087 de fièvre typhoïde (43 pour 100 du total des décès) (4,75 pour 1000 présents).

» Dans l'*armée allemande* (²), où le traitement des *bains froids*, par la méthode de Brand, s'est généralisé peu à peu au point d'être aujourd'hui le traitement presque exclusif dans tous les hôpitaux militaires, le taux de mortalité de la fièvre typhoïde, jadis de 26 pour 100 avant les bains froids, est tombé graduellement à 8,9 pour 100. Il y a eu, en six ans (1875-1880), 14 835 fièvres typhoïdes avec 1491 décès et par an, en moyenne, 2460 fièvres typhoïdes avec 253 décès, soit une *mortalité de* 10 *pour* 100. En 1880, sur 1093 morts dans l'armée, il y en a eu 226 de fièvre typhoïde (20 pour 100 du total des décès) (0,68 pour 1000 présents).

» Dans les 25 *hôpitaux du* 2e *corps d'armée* (commandement de Stettin), où le traitement des bains froids est plus rigoureusement exécuté, la mortalité, dont le taux était de 21 pour 100 avant les bains froids, est tombée, de 1877 à 1881, pendant cinq ans (depuis la nomination d'un médecin en chef, le Dr Abel, partisan absolu des bains froids suivant la méthode de Brand, et qui les a imposés), à 52 morts sur 1225 fièvres typhoïdes = 4,2 pour 100.

» Dans les *cinq principales garnisons du* 2e *corps*, placées sous le contrôle immédiat de ce médecin, la mortalité, depuis 1877, est de 14 sur 764 typhiques = 1,8 pour 100.

» Et, parmi ces garnisons, à l'*hôpital militaire de Stettin*, où le taux de mortalité de la fièvre typhoïde était de 26,3 pour 100 avant les bains froids, on ne compte, de 1877 à 1881, que 2 morts sur 186 malades = 1,6 pour 100.

» A l'*hôpital militaire de la garnison de Stralsund*, depuis 1877, il n'y a encore à ce jour (octobre 1882) que deux morts sur 300 fièvres typhoïdes = 0,6 pour 100.

(¹) *Statistique médicale de l'armée* (Paris, Imprimerie nationale) et documents du Bureau de Statistique médicale du Conseil de santé des armées (Paris, Ministère de la Guerre).

(²) *Statistischer Sanitäts bericht über die Königlich Preussische Armee*, bearbeitet von der Mil. Med. Abtheilung des K. P. Kriegsministeriums. Berlin, 1880. *Id.*, 1881. *Id.*, 1882.

» Une innovation thérapeutique dans notre armée française permettrait de réduire aussi chez nous le taux habituel de mortalité de la fièvre typhoïde de 37 pour 100 à 3 ou 4 pour 100 et de ne perdre, par le fait de cette maladie, que 150 hommes au plus, au lieu de 1600, par an [1].

» *Conclusions.* — Le *taux de mortalité* de la fièvre typhoïde traitée par les *bains froids* dépend de la rigueur avec laquelle on applique cette méthode de traitement et peut être, par conséquent, indéfiniment réduit.

» Le *taux de mortalité* de la fièvre typhoïde, traitée par la *méthode expectante*, dépend de la rigueur des épidémies et peut osciller, par conséquent, entre 55 et 5 pour 100 : il est en moyenne de 20 pour 100.

» *Le premier dépend du médecin ; le second, de la maladie.*

» La conclusion relative à la *méthode des bains froids* s'appuie sur les éléments suivants :

» *Vingt années d'observation* en Allemagne, *dix années* d'observation à Lyon.

» *Environ vingt mille cas de fièvre typhoïde traités par les bains froids*, en Allemagne, à Lyon, en Algérie, dans l'armée en temps de paix et de guerre, comme dans la population civile, dans des centaines d'épidémies, par un millier de médecins.

» *Réduction actuelle*, depuis les bains froids, *du taux de mortalité de la fièvre typhoïde*, à 9 pour 100 dans l'armée allemande et dans les hôpitaux civils de Lyon, au lieu de 26 pour 100; à 1 ou 2 pour 100 dans quelques hôpitaux militaires et dans la pratique privée à Stettin et à Lyon.

» *Adoption définitive* de la méthode des bains froids *par le corps médical des hôpitaux de Lyon*, et *par le corps médical de l'armée allemande.* »

VITICULTURE. — *Sur les propositions de M. Balbiani pour combattre le Phylloxera, et sur l'œuf d'hiver du Phylloxera des vignes américaines et des vignes européennes;* par M. Targioni-Tozzetti.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la séance du 13 janvier 1882, la Commission supérieure du Phylloxera en France émettait le vœu suivant :

[1] F. Glénard, *Valeur antipyrétique de l'acide phénique dans le traitement de la fièvre typhoïde. Acide phénique ou bains froids? Rôle du traitement de la fièvre typhoïde par les bains froids dans les hôpitaux militaires* (*Lyon médical*, 1881). — Traitement de la fièvre typhoïde à Lyon en 1883 (*Bull. Acad. Méd.*, 9 janv. 1883, et *Gazette hebdom.*, 1883, p. 23).

« Considérant l'importance du rôle que joue l'œuf d'hiver dans l'évolution du Phylloxera, puisqu'il entretient sans cesse la vitalité des colonies souterraines et que tout foyer phylloxérique a pour origine un œuf d'hiver; que, dès lors, sa destruction est d'un intérêt pratique évident, émet le vœu que des expériences méthodiques soient instituées non seulement dans le laboratoire, mais en grande culture, pour déterminer quels sont les moyens à employer pour arriver à la destruction certaine de l'œuf d'hiver. »

» Par cette proposition on affirme, ni plus ni moins :

1° A quelle cause est due la vitalité des colonies agames des racines, c'est-à-dire la puissance de perpétuation et d'accroissement de ces colonies;

2° Quelle est l'origine de chaque centre nouveau d'infection;

3° Ce que doit faire la pratique pour arrêter les colonies existantes et empêcher la formation de colonies nouvelles; on laisse seulement à des recherches ultérieures et à de nouvelles expériences le soin de déterminer les moyens qui devront satisfaire à ces deux indications.

» Puis, M. Balbiani, promoteur autorisé du vœu, dans une Lettre adressée au Ministre de l'Agriculture, et communiquée par celui-ci au Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, expose les raisons de ces affirmations et de ces propositions.

Pour lui, la fécondité des génératrices agames des racines est limitée et circonscrite dans une courte période, et cesserait peut-être au bout de peu de générations, dans la même année, puisque, en fait, de 20 à 24 gaines ovigères qu'a la première, les générations successives sont réduites à n'en avoir seulement que de 10-12, 6-7, 2-3, et elles finiraient par devenir stériles si, par une nouvelle activité, il ne se formait pas de nouveaux germes dans les mêmes gaines ou d'autres gaines, entre celles qui sont déjà épuisées; aussi, avec ces suppléments, les générations agames peuvent durer quatre ou cinq ans.

» Puis les ailés, agames eux aussi, portent en eux-mêmes les signes d'une plus grande dégradation, réduits qu'ils sont à n'avoir au plus que quatre gaines ovigères; leurs œufs donnent des produits encore plus amoindris, c'est-à-dire que les mâles et les femelles, incapables, par leur imperfection, d'engendrer encore, sont bons cependant à se compléter réciproquement et à rouvrir le cycle des générations normales.

» Je me suis permis autrefois, dans nos Actes et autre part, de contester que la diminution du nombre des gaines ovariques, arrivée au maximum dans les dernières générations automnales, représente directement la diminution de la puissance génératrice et en soit le témoignage ou la preuve en particulier; voyant dans le fait même, non l'épuisement de cette force ou

d'une autre contenue dans l'organisme, mais une preuve sensible de l'équilibre qui s'établit entre l'organisme même et la vie, à un moment donné, et les conditions extérieures directement ou indirectement défavorables pour celle-ci ou pour celui-là; équilibre prompt à se changer en termes différents, à la bonne saison, quand la nouvelle végétation de la vigne fournit une source plus copieuse d'aliments à son parasite; ce qui, d'autre part, prouve les effets bienfaisants de la température et des autres conditions renouvelées par elle.

» C'est ainsi, et non autrement, que les hibernants, après avoir fait leur mue, deviennent des génératrices printanières, aux ovaires riches en gaines et remplis de germes; il serait à voir, avant d'affirmer, si les germes sont et combien ils sont capables de se régénérer dans les mêmes gaines; de la même manière, avant de l'affirmer, il faudrait examiner comment et combien aux gaines épuisées en succèdent d'autres de nouvelle formation. D'ailleurs, dans tous les cas, ces faits devraient être regardés comme le résultat des actions de la vie nutritive, tantôt plus, tantôt moins énergique.

» Ce fait étant considéré comme vérifié dans la succession de l'automne, de l'hiver et du printemps, on ne voit pas pourquoi il ne devrait pas se répéter à chaque retour de succession semblable et un nombre de fois plutôt qu'un autre. Appliquer à une échéance fixe, et d'une manière absolue, au cas spécial, une conception abstraite comme celle de la nécessité de la période dans les générations alternantes, paraît hâtif et prématuré.

» Une autre conception plus originale, mais entièrement spéculative aussi, serait que les ailés représentassent un nouvel état de dégradation et les sexués eux-mêmes un état plus avancé encore que ce dernier. Les sexués présenteraient en outre ceci de singulier que, amoindris d'une puissance qui ne leur reste plus qu'en partie, ils la retrouveraient entièrement dans l'acte sexuel et transmettraient à leur produit ce qu'ils n'ont pas eux-mêmes.

» La seconde proposition du vœu de la Commission réduit strictement à l'œuf d'hiver l'origine de tout nouveau centre d'infection; mais, prise ainsi sans réserve, la proposition annule d'un trait les observations les mieux fondées et très connues de la dissémination, non seulement par les ailés, mais aussi par les aptères, et les renseignements les plus certains sur les nouveaux foyers, malheureusement formés presque toujours par le transport de plants infestés, non d'œufs d'hiver assurément, mais de colonies radicicoles de Phylloxera, lors même qu'on ne voudrait pas parler de l'origine de la première arrivée du Phylloxera en Europe, la pratique se détournant d'un de ses plus importants et plus sûrs fondements.

» Pour en venir à l'œuf d'hiver, tandis que les observations de l'œuf dû aux générations sexuelles hypogées n'ont encore été ni reprises ni suivies, selon M. Balbiani lui-même, les premières observations de M. Boiteau sur l'œuf de la génération sexuelle aérienne provenant du Phylloxera ailé restent aussi isolées et presque exceptionnelles, puisqu'elles n'ont pas réussi à d'autres, ou ont réussi seulement relativement à l'œuf d'hiver du Phylloxera des vignes américaines. Celui-ci, aussi bien que la génération qui le précède et celle qui en provient, semble, d'après les observations mêmes, en rapport très étroit avec la génération gallicole et la formation des galles, qui manquent d'une manière générale chez les Phylloxeras des vignes communes.

» Maintenant, conclure des faits du Phylloxera des vignes américaines à ceux du Phylloxera des vignes ordinaires, sans le secours d'observations positives, tandis que le cours de la vie chez le premier et chez le second est profondément différent, c'est aussi agir avec trop de précipitation et pas assez de mesure.

» Donc, dans les conditions actuelles, le vœu de la Commission française, corrigé dans ses prémisses, devrait s'appuyer sur cet autre préliminaire : *Instituer des recherches pour trouver et démontrer l'œuf d'hiver du Phylloxera sur les vignes indigènes* (1). »

VITICULTURE. — *Réponse à la Note précédente de M.* Targioni-Tozzetti; par M. **Balbiani**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la Note qu'on vient de lire, M. Targioni-Tozzetti s'appuie, pour critiquer ma proposition d'arrêter l'extension du Phylloxera par la destruction des œufs d'hiver, sur un certain nombre d'arguments qu'on peut résumer ainsi qu'il suit :

» 1° Le principe fondamental sur lequel se base cette proposition, savoir : l'extinction des colonies souterraines par la destruction de la source à laquelle celles-ci s'alimentent, c'est-à-dire les œufs d'hiver, n'a pas encore reçu une démonstration scientifique suffisante. La diminution de la puissance génésique des femelles agames des racines avec le nombre des générations issues les unes des autres n'est pas un phénomène absolu en soi;

(1) Note lue à la Société entomologique italienne dans la séance du 28 mai 1882.

cette diminution est en relation avec la décroissance des conditions extérieures, principalement de température et de nutrition, qui agissent sur ces insectes dans la succession des saisons. Les femelles, arrivées au minimum de leur faculté reproductrice en automne, récupèrent toute leur fécondité au printemps avec le retour d'une température plus élevée et d'une alimentation plus substantielle.

» 2° Les œufs d'hiver n'ont été rencontrés jusqu'ici que sur les vignes américaines; ils n'ont pas encore été trouvés sur les vignes indigènes (européennes) : par conséquent, rien ne démontre que les moyens proposés pour leur destruction sur ces dernières vignes atteignent leur but et soient avantageux pour arrêter la propagation du Phylloxera.

» 3° Une autre différence que présentent les vignes américaines et les vignes indigènes est l'existence, sur les premières, de générations gallicoles du Phylloxera et leur absence sur les dernières; tous ces faits démontrent une différence profonde des mœurs de l'insecte des vignes américaines et de l'insecte des vignes indigènes.

» 4° Les œufs d'hiver ne sont pas l'unique ni même la principale source de l'invasion phylloxérique; il n'est pas tenu compte des faits nombreux et bien connus qui prouvent la propagation du Phylloxera par le transport et l'importation de plants, principalement de vignes américaines, servant de véhicule aux colonies radicicoles.

» 5° Enfin, nos connaissances concernant l'œuf fécondé des générations sexuelles hypogées sont encore très incomplètes. Cette proposition contient implicitement, bien qu'elle ne soit pas énoncée par l'auteur, cette conséquence que la destruction des œufs d'hiver aériens n'empêcherait pas la régénération des colonies radicicoles par les œufs d'hiver souterrains (1).

» Aucun des arguments résumés dans les lignes qui précèdent n'est nouveau, et j'ai déjà eu plusieurs fois l'occasion de les réfuter dans mes précédentes publications sur le Phylloxera. Je vais les examiner encore une fois dans l'ordre où je viens de les énumérer.

» Et d'abord, je dois faire remarquer que M. Targioni-Tozzetti ne tient aucun compte, dans ses critiques, des deux faces sous lesquelles j'ai toujours envisagé l'utilité et les conséquences de la destruction des œufs d'hiver, et que je faisais encore ressortir avec soin dans ma Lettre, en date du

(1) Cette conclusion est exprimée d'une manière plus catégorique dans une autre Notice de M. Targioni-Tozzetti (*Bullettino della Soc. entomol. italiana*, anno XIII, 1881).

23 février 1882, adressée à M. le Ministre de l'Agriculture, ainsi que cela résulte du passage suivant de cette Lettre : « En résumé, la question de la » destruction de l'œuf d'hiver se présente sous deux aspects différents, » ainsi que je l'indiquais déjà en 1876 : 1° comme traitement curatif, en » amenant par voie indirecte la disparition des colonies établies sur les » racines ; 2° comme moyen préventif, en conjurant le danger de l'inva- » sion des vignobles indemnes par les œufs d'hiver déposés sur les ceps. »

» Sous le dernier point de vue, je me suis prononcé très affirmativement sur les avantages de cette opération, en me basant sur nos connaissances les plus certaines et les mieux établies des mœurs du Phylloxera, principalement de sa génération ailée chargée de fonder à distance de nouvelles colonies. Les ailés donnant naissance à la génération sexuée, qui, elle-même, produit l'œuf d'hiver, n'est-il pas évident que la destruction de ce dernier équivaut à celle des ailés, réclamée de tout temps et pour laquelle on a proposé une foule de moyens, tels que le tassement du sol pour empêcher leur sortie de terre, la plantation de végétaux agglutinants destinés à les arrêter au passage, etc., tous procédés qui se sont montrés ou inefficaces ou irréalisables dans la grande pratique. Rien de plus facile, au contraire, que d'atteindre l'œuf d'hiver par des moyens culturaux ou chimiques pendant les quatre ou cinq mois qu'il reste à notre portée, dans la période la plus propice aux travaux agricoles. M. Targioni-Tozzetti, qui semble attribuer lui-même aux ailés un rôle important dans la dissémination du Phylloxera, voudrait-il restreindre ce rôle seulement aux vignes américaines et trouver une autre explication à la propagation du parasite sur les vignes indigènes? Nous reviendrons plus loin sur ce point des opinions du savant naturaliste de Florence.

» Autant j'ai été affirmatif sur les avantages pratiques de la destruction de l'œuf d'hiver comme moyen propre à enrayer la marche du Phylloxera, autant j'ai mis de réserve à tirer les conséquences que cette opération peut avoir pour les colonies radicicoles. Ici, je n'ai exprimé que comme une simple probabilité, une hypothèse, l'opinion que ces conséquences pourraient être la disparition de ces colonies par la destruction des germes où elles puisent sans cesse une vitalité nouvelle. Ce n'est pas une supposition gratuite, mais une présomption fondée sur des études biologiques attentives de la reproduction du Phylloxera. Ce sont les conclusions pratiques déduites de ces études que M. Targioni-Tozzetti a cru pouvoir attaquer dans sa Note placée en tête de ce travail. Avant de répondre aux objections de M. Targioni, j'ai cru bon de rappeler la distinction que j'ai tou-

jours faite entre les deux résultats que j'attribuais à la destruction de l'œuf d'hiver : l'un, assuré, lorsqu'on l'emploie comme traitement préventif; l'autre, possible, probable même, mais non certain, méritant toutefois d'être essayé, lorsque cette opération est faite à titre de moyen curatif. Cela posé, je passe maintenant à l'examen des objections de M. Targioni-Tozzetti.

» M. Targioni m'oppose d'abord ce fait que la diminution de la fécondité des femelles agames des racines, dans les générations qui se succèdent du printemps à l'automne, n'est pas, comme je l'admets, l'épuisement graduel d'une force contenue dans l'organisme même, mais la manifestation de l'influence décroissante des conditions extérieures favorables, principalement de température et de nutrition, qui agissent sur ces femelles dans le cours des saisons. M. Targioni ne s'est sans doute pas aperçu que cette opinion est une simple hypothèse de sa part, à l'appui de laquelle il n'apporte ni observations ni expériences directes. Je vais montrer, au contraire, que les observations et les expériences conduisent à une conclusion absolument opposée à la sienne.

» Chez le Phylloxera du chêne ([1]), le nombre des gaines ovigères est de 26 à 32 chez les femelles aptères de la première génération, issue en avril de l'œuf fécondé de l'année précédente ou œuf d'hiver. Dès la deuxième et la troisième génération, l'ovaire se trouve réduit à 10 ou 12 gaines (en mai et juin), et dans les générations suivantes (de juillet à septembre) on n'en compte plus que de 4 à 6 en tout. La décroissance du nombre des tubes ovariques est tout aussi rapide chez les aptères radicicoles du Phylloxera de la vigne, en prenant pour point de départ l'insecte issu de l'œuf d'hiver, qui a de 24 à 28 tubes ovariques. A mon arrivée à Montpellier, en mai 1874, ma première observation fut l'examen des gaines ovigères chez un grand nombre de femelles aptères fixées sur les renflements des radicelles d'un pied de vigne au début de l'invasion. Chez les dix premières femelles examinées, le nombre des gaines est exprimé par les chiffres suivants : 17, 18, 16, 13, 16 à 18, 16, 20, 18, 16, 15. En octobre de la même année, ce nombre, chez dix autres femelles, n'était respectivement plus que de 5, 5, 2, 4, 2, 2, 5, 3, 6, 7 ([2]). Les observations faites par M. Boi-

---

([1]) Il s'agit ici de l'espèce commune sur les chênes des environs de Paris et du nord de la France : c'est le *Phylloxera coccinea* de Heyden et autres auteurs.

([2]) Ces femelles étaient prises un peu partout : les résultats étaient sensiblement les mêmes dans tous les vignobles.

teau dans une autre région de la France (environs de Libourne) ont montré la même décroissance rapide du nombre des gaines ovigères du printemps à l'automne (*Comptes rendus*, 14 août 1876).

» Ces faits ne laissent donc aucun doute sur la diminution successive de la fécondité chez les Phylloxeras des racines par l'avortement graduel de leur appareil reproducteur dans le cours d'une même année. Mais on peut se demander si ce phénomène n'a pas une liaison intime avec les modifications qui surviennent dans les conditions extérieures que les générations traversent dans le cours de leur évolution annuelle. L'influence de la température doit être immédiatement écartée : nous venons, en effet, de voir que c'est au printemps, c'est-à-dire dans une saison qui n'est pas celle où la température moyenne atteint son chiffre le plus élevé, que le nombre des gaines de l'ovaire présente son maximum, et que ce nombre diminue rapidement dans les mois plus chauds de l'été et en automne. L'influence de l'alimentation ne doit pas être mise davantage en ligne de compte; car, au commencement du printemps, les feuilles du chêne, comme les radicelles de la vigne, contiennent une sève plus aqueuse, moins riche et moins élaborée que celle qui y circule à une période plus avancée de la végétation. Toutes choses égales d'ailleurs, je n'ai pas observé de différence, chez le Phylloxera du chêne, dans le nombre des tubes de l'ovaire chez les femelles fixées sur des feuilles molles et tendres et celles établies sur des feuilles dures et coriaces. De même, chez le Phylloxera de la vigne, les insectes des radicelles ne paraissent pas mieux pourvus sous ce rapport que leurs congénères, placés sur les grosses racines ligneuses.

» L'expérience se joint à l'observation pour confirmer ce résultat. En transportant les insectes ou leurs œufs des racines épuisées sur des racines fraîches, on n'observe pas d'augmentation dans le nombre des gaines ovariques chez ces individus ou les générations qui en proviennent; tout ce que l'on constate, c'est une recrudescence dans l'activité fonctionnelle de la glande, se manifestant par des pontes plus abondantes et plus nombreuses. La température exerce une influence du même genre.

» Tous ces faits sont donc loin de plaider en faveur de l'hypothèse de M. Targioni-Tozzetti touchant l'influence des conditions extérieures sur la constitution anatomique de l'appareil reproducteur du Phylloxera. On arriverait plutôt à une conclusion opposée si l'on examine les conditions dans lesquelles se manifeste de la manière la plus prononcée et la plus prompte la dégénération de cet appareil. Je veux parler des métamorphoses de l'insecte aboutissant à la génération sexuée. Ces métamorphoses consistent,

ainsi qu'on le sait, d'abord dans la production de la forme ailée, laquelle, à son tour, donne naissance à la génération des sexués mâles et femelles. Or, chez la première, l'ovaire n'est plus composé que de deux à cinq gaines, et chez la femelle sexuée cette réduction arrive à son dernier terme, c'est-à-dire à un ovaire formé d'une unique gaine produisant en tout et pour tout un seul œuf infécond par lui-même. La stérilité est donc devenue presque complète au point de vue anatomique, et complète au point de vue physiologique ; l'espèce, menacée dans son existence, périrait, si l'accouplement ne venait rendre soudain la fertilité à cet élément arrivé à l'extrême épuisement (1).

» Or toute cette phase sexuelle de la vie de l'insecte, chez le Phylloxera du chêne comme chez le Phylloxera de la vigne, a pour époque la période de l'année qui correspond à la température moyenne la plus élevée, c'est-à-dire, pour la première espèce, de fin juin à fin juillet (sous le climat de Paris) (2), et pour la deuxième, de juillet à septembre (sous le climat de Montpellier). Lorsque les chaleurs sont précoces, la période sexuelle subit une avance plus ou moins considérable, comme cela eut lieu en 1876, où les ailés ont déjà été vus en grande quantité dès le 25 juillet, sous le climat relativement septentrional de la Bourgogne (3).

» C'est tout aussi peu sous l'influence d'une alimentation appauvrie que se produisent les générations d'ailés et de sexués, aux ovaires considérablement réduits, puisque tous les observateurs sont unanimes à signaler les radicelles (recherchées surtout par l'insecte pour sa nourriture et où il prospère le mieux) comme le siège de ses transformations les plus précoces et les plus abondantes (Planchon et Lichtenstein, Max. Cornu, Boiteau, Balbiani, etc.). Tous ont remarqué aussi la rareté de ces transformations après que le Phylloxera, chassé par la destruction des radicelles, s'est réfugié sur les grosses racines et y continue ses reproductions parthénogénésiques.

» Dans ces conditions nouvelles, la diminution du nombre de gaines

(1) Cette dégénération organique ne se borne pas aux organes générateurs : elle se manifeste aussi par l'atrophie complète de l'appareil digestif et quelquefois de plusieurs des articles des antennes ou des pattes

(2) Sur le littoral de la Normandie, la période des ailés et des sexués du Phylloxera du chêne tombe généralement en juillet-août.

(3) A Mancey (Saône-et-Loire), par M. Rommier (*Comptes rendus*, 7 août 1876). La même année, M. Boiteau, dans le Libournais, observait les ailés le 31 juillet et les sexués le 3 août (*Comptes rendus*, 14 août 1876).

ovigères dans les générations aptères est beaucoup moins brusque que dans la série des ailés et des sexués.

» Des faits entièrement comparables s'observent aussi chez les Pucerons ordinaires qui vivent sur les parties aériennes de nos plantes annuelles ou vivaces. On sait que chez ceux-ci la reproduction a lieu pendant toute la belle saison par des femelles agames et vivipares, et que, dans l'arrière-saison et l'automne, elle s'opère par des œufs fécondés et pondus, qui hivernent et n'éclosent que le printemps suivant. Cette transformation du mode de reproduction est généralement attribuée à l'influence directe de l'abaissement de température et des changements qui surviennent dans les sucs des plantes dont ces insectes se nourrissent. J'ai fait des observations qui ne me portent pas à croire à cette influence, mais à considérer la reproduction par œufs fécondés destinés à hiverner et à conserver l'espèce pendant la disparition de son aliment comme en relation avec les causes de destruction qui la menacent à l'approche de l'hiver (froid et arrêt de la végétation), et n'ayant par conséquent qu'un rapport indirect et éloigné avec les conditions extérieures ([1]). Je partage complètement à cet égard les vues développées par M. le professeur Weismann, dans ses belles études biologiques sur les Daphnoïdes, relativement aux causes qui déterminent l'alternance des reproductions par parthénogénèse et par génération sexuelle dans les colonies formées par ces petits Crustacés : Weismann a montré, par un grand nombre d'observations et d'expériences, que l'apparition des individus sexués mâles et femelles ne dépendait pas des conditions extérieures (température, nourriture, quantité ou qualité de l'eau) auxquelles les colonies se trouvent momentanément soumises, mais qu'elle était liée à certaines générations déterminées quant au rang qu'elles occupent dans le cycle d'évolution de ces animaux. Cette génération sexuée est tantôt la deuxième ou la troisième, tantôt la dizième, la douzième ou même la vingtième du cycle, d'un genre ou d'une espèce à l'autre. Le seul caractère commun du cycle générateur

---

([1]) On sait d'ailleurs que la période sexuelle ne tombe pas en automne pour tous les Pucerons : tel est celui du Saule (*Aphis salicis*), où de Geer et Kyber ont observé dès le mois de juin des mâles et des accouplements. Kyber attribuait l'apparition précoce des mâles dans cette espèce au durcissement prématuré des feuilles du Saule et prétendait qu'on pouvait la retarder en plaçant les femelles agames sur des pousses jeunes et fraîches de cette plante. Cette explication est rejetée par Kaltenbach; elle est aussi en contradiction avec mes observations et mes expériences faites chez plusieurs espèces de Pucerons.

chez tous les Daphnoïdes, c'est l'absence de mâles et d'œufs fécondés dans la première génération de la colonie ([1]).

» J'ai observé chez les Pucerons des faits analogues qu'il serait trop long d'exposer ici; il me suffira de dire que, pas mieux que Weismann chez les petits Crustacés qu'il observait, je n'ai réussi à transformer le mode de reproduction de ces insectes par des changements déterminés artificiellement dans la température ambiante et la qualité de la nourriture. Chez eux aussi, l'apparition des mâles et des femelles est liée à certaines générations déterminées dans la descendance de l'œuf d'hiver. Chez le Phylloxera du chêne, les ailés et leur progéniture sexuée font toujours défaut dans les deux premières générations issues de l'œuf d'hiver, et c'est dans la troisième seulement qu'ils commencent à se montrer pour devenir graduellement plus nombreux dans les générations suivantes. On est moins bien renseigné sur la génération qui fournit les premiers ailés et les premiers sexués chez le Phylloxera de la vigne, des observations directes et précises manquant jusqu'ici; mais, si l'on se rappelle que les ailés se développent principalement sur les renflements radiculaires et que ceux-ci caractérisent la première année de l'invasion (Max. Cornu), on sera porté à admettre que les premiers sexués, dans cette espèce, appartiennent aussi à une génération peu éloignée de l'œuf d'hiver ([2]).

([1]) Weismann distingue parmi les Daphnoïdes des espèces polycycliques, monocycliques et acycliques, suivant que la génération sexuelle vient interrompre plusieurs ou une seule fois par an la série des générations parthénogénésiques ou fait complètement défaut dans les phénomènes de multiplication de ces animaux. Ces diverses formes du cycle reproducteur se sont développées, suivant Weismann, par sélection naturelle en relation avec le retour périodique annuel plus ou moins fréquent des causes de destruction des colonies formées par les Daphnoïdes. Si nous appliquons ces vues au Phylloxera, nous pouvons considérer le parasite de la vigne comme une espèce monocyclique, c'est-à-dire n'ayant qu'une seule période sexuelle dans le cours de son évolution annuelle, et l'apparition de la génération sexuée et des œufs d'hiver comme en relation avec le danger que fait courir aux colonies la destruction des radicelles de la vigne. Ceci nous explique pourquoi la formation des ailés est abondante surtout sur les radicelles et précède de peu de temps la destruction des renflements sur lesquels se tiennent les individus destinés à subir cette transformation.

([2]) Pour élucider expérimentalement cette question, il faudrait suivre toutes les générations issues les unes des autres à partir d'un même œuf d'hiver et placées sur des racines de vignes en pleine végétation. Les observations faites chez des insectes conservés en captivité sur des fragments de racines mis en vase clos n'ont qu'une valeur très relative. C'est ainsi que Riley dit avoir constaté qu'il se passe au moins cinq générations de radici-

» Je crois inutile d'insister plus longuement sur ces faits, qui répondent à une des principales objections de M. Targioni-Tozzetti contre mes vues sur la cause de l'épuisement progressif de la fécondité chez les femelles agames des colonies radicicoles du Phylloxera. Cette cause a bien son siége dans l'organisme même, et n'a aucune relation, au moins directe, avec les conditions extérieures de température et de nutrition. Elle est de même nature que celle en vertu de laquelle toutes les fonctions de l'économie diminuent d'énergie par le fait même de leur durée et de leur exercice prolongé. Mais quel est le temps nécessaire pour que la puissance de reproduction agame du Phylloxera arrive à sa dernière limite, en d'autres termes, dans quel délai les colonies radicicoles soustraites à l'influence régénératrice de l'œuf fécondé disparaissent-elles par épuisement total? C'est ce que nous ne savons pas encore, et c'est pour éclairer cette question, qui intéresse également la Science et la pratique, que j'ai proposé les expériences sur la destruction des œufs d'hiver.

» Je passe maintenant aux autres objections de M. Targioni-Tozzetti. Je m'y arrêterai beaucoup moins longuement que sur la précédente, car il ne s'agit plus ici d'une question de principe, mais de simples faits d'observation sur lesquels, je crois, M. Targioni ne s'est pas suffisamment renseigné. C'est ainsi qu'il soutient que les œufs d'hiver n'ont encore été rencontrés que sur des vignes américaines et que les recherches faites jusqu'à ce jour n'ont pas réussi à démontrer leur présence sur les vignes indigènes.

» M. Targioni en conclut que les mœurs de l'insecte ne sont pas les mêmes suivant qu'il habite l'une ou l'autre sorte de cépages. Il faut que mon savant contradicteur ait oublié tout ce qui se rapporte à la découverte de l'œuf d'hiver, autrement il se fût souvenu que c'est précisément sur des vignes indigènes que cette découverte a été faite pour la première fois en septembre 1875.

» Et ce n'est pas en minime quantité que ces œufs y ont été trouvés, comme il pourra s'en assurer par mes Notes publiées aux *Comptes rendus* (numéros du 4 octobre 1875 et du 10 avril 1876). Depuis cette époque, M. Boiteau, dans la propriété duquel cette constatation fut d'abord faite,

---

coles, depuis la forme hivernante, avant l'apparition des premiers ailés (*Sixth Annual Report of the State Entomologist of Missouri*, p. 66; 1874), et que, d'après les observations plus récentes de M. Boiteau, ceux-ci ne commenceraient à se montrer que dans la deuxième année du cycle d'évolution de l'insecte sorti de l'œuf d'hiver (*Comptes rendus*, 11 décembre 1882).

a continué presque chaque année à signaler leur présence sur ces mêmes cépages.

» Il est vrai que dans les autres régions de la France les explorateurs ont été moins heureux, mais leur insuccès s'explique d'abord par leur petit nombre, ensuite par la difficulté de ces recherches, vu la petitesse des œufs d'hiver et leur rareté généralement grande sur le bois des ceps.

» Il faut ajouter que leur constatation demande une certaine habitude, les œufs d'hiver différant sensiblement des autres sortes d'œufs du Phylloxera et pouvant être facilement confondus avec les œufs d'autres animaux (Acariens, etc.) vivant sous les écorces des ceps. Sur les vignes américaines, les recherches ont été beaucoup plus fructueuses, et c'est par centaines aujourd'hui que les œufs d'hiver y ont été trouvés dans le sud-est et le sud-ouest de la France. Quelques personnes ont voulu tirer de cette différence les plus singulières conséquences, relativement aux mœurs du Phylloxera, qui, suivant elles, accommodait son genre de vie à la nature du cépage; d'autres ont prétendu que ses habitudes variaient avec les climats qu'il rencontre dans notre pays, etc.

» M. Targioni s'est fait lui-même l'écho de cette manière de voir lorsqu'il soutient que *le cours de la vie chez le Phylloxera des vignes américaines et chez le Phylloxera des vignes ordinaires est profondément différent*, donnant presqu'à entendre qu'il s'agit de deux insectes distincts.

» Cette différence ne résulterait pas seulement de la présence des œufs d'hiver sur les vignes américaines et de leur absence sur les vignes indigènes, mais aussi de ce que les premières seules présentent des générations gallicoles de parasites, tandis que celles-ci feraient défaut sur les dernières. Toutes ces assertions sont beaucoup trop absolues. Nous venons de le voir pour l'œuf d'hiver, dont la présence a été constatée aussi bien sur les vignes américaines que sur les vignes européennes. Quant aux générations gallicoles, s'il est indiscutable qu'elles se rencontrent beaucoup plus fréquemment sur les cépages américains que sur ceux de notre pays, elles ne font cependant pas absolument défaut chez ceux-ci, comme le prouvent les observations de MM. Laliman, Planchon, Max. Cornu, Boiteau, de Lafitte, Henneguy, etc.; et, inversement, des vignobles tout entiers de vignes américaines, taylor, clinton, *riparia*, etc., dont les racines sont couvertes de légions de Phylloxeras, ne présentent parfois aucune galle sur les feuilles pendant plusieurs années consécutives. Les observations spéciales de M. Henneguy ne laissent aucun doute à cet égard. Il faut conclure de ces faits que les générations aériennes d'aptères ne représentent pas dans le

cycle biologique du parasite une phase nécessaire et constante, mais ne sont qu'un simple accident, un épiphénomène de son évolution normale et régulière. Telle est aussi l'opinion de M. Riley, l'observateur américain qui a si profondément étudié les mœurs du Phylloxera dans son pays d'origine. Riley considère les générations gallicoles comme une forme estivale passagère, sans signification essentielle pour la perpétuation de l'espèce ([1]).

» J'en dirai autant de la génération sexuée hypogée dont j'ai fait connaître l'existence en 1874. Je supposais à cette époque que cette génération hypogée constituait dans la série des développements de l'insecte une phase aussi nécessaire que la génération sexuée épigée, bien que je n'eusse observé que des femelles et vu ni mâles ni accouplement (*Comptes rendus*, 2 novembre 1874). Depuis, ni moi ni d'autres n'avons revu ces femelles, malgré des recherches spéciales, attentives, faites dans des localités diverses ([2]). Leur rencontre isolée est donc un fait aussi exceptionnel que celle de la forme gallicole ailée signalée par quelques observateurs. Dans tous les cas, ces formes accidentelles sont trop rares pour exercer une influence appréciable sur les phénomènes de propagation du Phylloxera, et la pratique a parfaitement le droit de les négliger dans ses préceptes. Elle n'est, d'ailleurs, pas désarmée contre les sexués souterrains, puisque ceux-ci ou leur progéniture peuvent être attaqués au moyen des insecticides introduits dans le sol, au même titre que les aptères agames formant la population ordinaire des racines.

([1]) « It is but a transient summer state, not at all essential to the perpetuation of the species ». En Amérique même, au rapport de Riley, beaucoup de variétés de cépages (*Labrusca*, etc.), qui présentent des Phylloxeras aux racines, ne montrent jamais une galle sur les feuilles (*Sixth annual Report*, p. 36; 1874). Les générations gallicoles avaient probablement, à une époque reculée, une signification plus importante que de nos jours dans le cycle évolutif du Phylloxera. Il est à présumer que les ancêtres de nos Phylloxeras actuels accomplissaient toutes les phases de leur existence sur les parties aériennes de la vigne et ne sont devenus radicicoles que par adaptation à un genre de vie nouveau. Les générations gallicoles actuelles ne seraient, dans cette hypothèse, qu'un vestige de cet état de choses primitif, et il est, dès lors, facile de comprendre pourquoi elles se rencontrent surtout sur les vignes du nouveau monde, berceau primitif de l'espèce. J'ai montré que l'on pouvait rendre aux radicicoles leur ancien genre de vie foliicole par une transition graduelle de la vie souterraine à la vie aérienne (*Comptes rendus*, 2 novembre 1874).

([2]) Il s'agit ici des observations faites en France. A l'étranger, M. V. Fatio, en Suisse, et M. Roesler, en Autriche, auraient vu ces sexués hypogés; mais, n'ayant pas sous la main leurs Mémoires, que je ne connais que par des citations, j'ignore les détails de leurs observations.

» Il ne me reste plus qu'à examiner un dernier point de vue auquel s'est placé M. Targioni-Tozzetti pour critiquer l'utilité des opérations dirigées contre l'œuf d'hiver. Suivant lui, cette destruction, quel qu'en soit le résultat, n'en laisserait pas moins subsister les autres sources d'infection phylloxérique, notamment celle qui a lieu par importation de plants américains. M. Targioni pense que les agents de cette infection sont toujours les aptères ou leurs œufs qui couvrent les racines de ces plants, et non les œufs d'hiver que ceux-ci pourraient également recéler. Il rappelle à cette occasion l'origine de l'introduction première en Europe du Phylloxera, qu'il suppose y avoir été apporté par des plants enracinés. Je ne puis mieux faire que de lui opposer l'opinion d'un homme dont on ne contestera pas la compétence en la matière, et qui exprime sa manière de voir avec le désintéressement du vrai savant; c'est celle de Riley lui-même, qui parle dans les termes suivants de l'introduction en Europe du parasite avec les vignes américaines : « En réalité, dit-il, comme l'expédition des plants en racine est rare, je » crois fermement que le Phylloxera a été importé d'Amérique en Europe » à l'état d'œufs d'hiver ..... Cet œuf peut se trouver sur le bois d'un an, » je l'y ai trouvé. » Ailleurs, pour justifier la prohibition de l'importation des boutures de vignes américaines, adoptée par plusieurs États de l'Europe, Riley dit : « Comme le fait que cet œuf d'hiver peut se rencontrer » sur toutes les parties de la plante au-dessus du sol, particulièrement » sur l'écorce soulevée du bois de deux ans, comme ce fait, dis-je, rend » tout à fait possible le transport de l'insecte sur des boutures, à cet état » d'œuf d'hiver, la prohibition de l'importation de ces boutures aussi » bien que des plants enracinés, de quelque pays que ce soit où l'insecte » est connu, se trouve entièrement justifiée [1]. »

» Ainsi, de quelque façon qu'on envisage la question de la propagation du Phylloxera, qu'on se place au point de vue des lois naturelles de sa

---

(1) Riley, *Sur le Phylloxera et les lois destinées à empêcher son introduction dans les localités non infestées* (*The American Naturalist*, vol. V, p. 186; 1881). Un fait récent vient apporter une confirmation complète à l'opinion de Riley : des boutures de vignes américaines qui, par une erreur de destination, étaient restées enfermées pendant trois mois dans leur caisse d'emballage, se sont montrées couvertes de Phylloxeras à l'état de mères pondeuses, d'œufs et de jeunes individus fixés sur les radicelles émises par ces boutures pendant leur long séjour dans la caisse. On ne peut expliquer l'origine de ces insectes que par l'éclosion des œufs d'hiver que recélaient les boutures au moment où elles ont été placées dans la caisse. (Voir le Rapport adressé à M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie en Hongrie, par M. Horvath, directeur de la Station phylloxérique hongroise, année I, 1881. Budapesth, 1882.)

multiplication, ou sous celui de sa dissémination par le fait de l'homme, toujours nous voyons l'œuf d'hiver jouer un rôle prépondérant dans cette question. Il eût déjà suffi, pour arriver à cette conviction, de considérer l'existence si répandue de cet élément génésique chez tout ce groupe d'insectes, les Phylloxeras aussi bien que les autres Aphidiens. M. Targioni-Tozzetti, qui a publié d'importants travaux sur une famille voisine, celle des Coccides ([1]), doit connaître mieux que personne l'importance de l'œuf fécondé dans les phénomènes de reproduction et de dissémination de ces insectes, si nuisibles aussi à une foule de nos plantes cultivées. Il la méconnait si peu qu'un de ses principaux arguments contre ma proposition de combattre le Phylloxera par la destruction de cet œuf consiste à dire qu'il n'a pas encore été démontré sur nos vignes indigènes, assertion dont nous avons prouvé l'inexactitude. D'ailleurs, d'autres naturalistes et savants éminents se sont prononcés en faveur de cette pratique, et les viticulteurs qui y ont eu recours en attestent l'efficacité par le bon état de leurs vignobles et le rendement de leurs récoltes ([2]). Toutes ces raisons maintiennent ma confiance dans les opérations que je recommande et me font espérer qu'un jour leur utilité sera reconnue de ceux-là mêmes qui la contestent aujourd'hui. »

([1]) TARGIONI-TOZZETTI, *Studi sulle Cocciniglie*, 1867-1868.

([2]) M. Émile Blanchard, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, a plusieurs fois pris la parole au sein de l'Académie des Sciences, en faveur de cette pratique. De son côté, M. Bouchardat, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de la Société nationale d'Agriculture, en a parlé dans les termes suivants : « Parmi les moyens préconisés pour s'opposer aux ravages du Phylloxera, aucun ne s'appuie sur des études biologiques plus attentives que ceux qui ont pour but la destruction des œufs d'hiver, placés sous l'écorce des ceps, par le raclage de l'écorce des ceps ou par le badigeonnage avec des mélanges goudronneux insecticides. » Après avoir rappelé les raisons par lesquelles M. Planchon a cru pouvoir contester l'utilité de la destruction de l'œuf d'hiver, M. Bouchardat ajoute : « Malgré les excellentes objections de M. Planchon, je conseillerais, sans hésiter, de recourir au raclage et au badigeonnage des ceps dans les localités où des taches commencent seulement à se manifester. » (*Annuaire de Thérapeutique* pour 1879. *Appendice sur les vignes phylloxérées.*) Voir aussi le Rapport de M. Bouchardat sur le Mémoire de M. Sabaté relatif à sa méthode de traitement des vignes phylloxérées (*Bulletin de la Société nationale d'Agriculture,* séance du 18 janvier 1882).

VITICULTURE. — *Traitement des vignes phylloxérées, par le sulfocarbonate de potassium, en* 1882; par M. P. **Mouillefert**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La campagne de 1882, comme les précédentes, affirme, en l'accentuant, le succès du sulfocarbonate de potassium pour combattre le Phylloxera. La superficie traitée a été beaucoup plus importante que les années précédentes, et le nombre des vignobles traités a augmenté dans des proportions considérables. Notre Société a traité, avec ses appareils mécaniques, environ 2225^{ha}, répartis entre 385 propriétés; elle a fourni du sulfocarbonate à 150 propriétaires, qui ont traité eux-mêmes environ 175^{ha}; soit 2400^{ha} répartis entre 535 propriétaires, en proportions presque égales entre le Sud-Ouest et le Midi.

» Cette superficie a exigé l'emploi de 821317^{kg} de sulfocarbonate. La quantité par souche a varié, dans le Sud-Ouest, de 50^{gr} à 120^{gr}, suivant le mode de plantation, et, dans le Midi, de 75^{gr} à 120^{gr}, suivant l'intensité du mal; soit, par hectare traité, dans le Sud-Ouest, une moyenne de 385^{kg}; dans le Midi, une moyenne de 323^{kg}, et une moyenne générale de 350^{kg}.

» Le prix a varié, pour le Sud-Ouest, à cause des nombreux modes de culture, de $0^{fr},05$ à $0^{fr},09$ la souche, ou par hectare de 200^{fr} à 450^{fr}. Dans la région du Midi, le prix a été, en moyenne, de $0^{fr},075$ par souche, et par hectare de 307^{fr}.

» La distance à laquelle on a eu à envoyer l'eau, pour former la solution sulfocarbonatée, a souvent dépassé plusieurs kilomètres; elle a atteint, dans quelques cas, 5000^{m} et même 6500^{m}, pour des altitudes quelquefois considérables de 180^{m} à 200^{m}, mesurés par la pression exercée sur les pistons de la pompe. Les quantités d'eau employées ont varié de 15^{lit} à 40^{lit} par souche, ou de 120^{mc} à 150^{mc} par hectare.

» Comme on le voit par ces chiffres, grâce aux appareils mécaniques de la Société nationale contre le Phylloxera, l'application du sulfocarbonate est aujourd'hui facile et économique. Ce mode de traitement s'étend, comme le montre d'ailleurs le Tableau ci-dessous :

Traitements effectués par la Société nationale contre le Phylloxera.

Campagnes.	Propriétés traitées.	Superficies en hectares.	Nombre de souches.	Sulfocarbonate employé en kilogrammes.
1877-78........	5	ha 28.50	118548	kg 11275
1878-79........	11	210.50	810080	81250
1879-80........	94	660.63	2828781	245685
1880-81........	173	1138.48	5063701	442787
1881-82........	385	2225.00(¹)	10810000(¹)	821317
Cette dernière année, livré à 150 propriétaires				52500

» ... La puissance du sulfocarbonate de potassium et ses qualités deviennent de plus en plus évidentes. Loin d'être, comme on l'a légèrement avancé, une cause de stérilisation du sol, c'est au contraire une source de fertilité et un agent puissant sur la végétation, propre non seulement à combattre efficacement le mal à tous les degrés, mais à ramener les vignes les plus épuisées à la prospérité, à les y maintenir et à exercer une action fort remarquable sur la fructification. Celle-ci est plus abondante, moins exposée à la coulure et donne des raisins plus gros et plus nourris.

» Ces faits, constatés par dix années d'observations, justifient notre confiance dans l'emploi du sulfocarbonate de potassium.

» Les viticulteurs du Médoc en ont aujourd'hui définitivement adopté l'emploi; les viticulteurs du Midi, auquel il convient encore mieux par la nature du climat, par les conséquences de son emploi et les hauts revenus de la vigne dans cette région y reviennent.

» Néanmoins, en tenant compte de la puissante action du Phylloxera sur la vigne, la culture de celle-ci devra désormais être intensive, c'est-à-dire à gros revenus, afin de pouvoir supporter les frais de traitement et de culture de toute sorte. On devra y consacrer les sols les plus fertiles et les plus aptes à la défense, tels que les sols frais, profonds et autant que possible de nature siliceuse. Les traitements au sulfocarbonate sont avantageusement secondés par les fumures riches et rapidement assimilables. ».

(¹) En ajoutant la superficie correspondant aux 52 500^{kg} employés par les propriétaires eux-mêmes, on arrive à un total d'environ 2400^{ha} et 11 658 750 souches; mais il convient d'ajouter que ces chiffres, déjà si satisfaisants, l'auraient été davantage si, au début de la campagne, le sulfocarbonate n'avait fait défaut, ce qui n'arrivera plus, les usines de la Société pouvant répondre à tous les besoins.

M. **A. Chaix** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note relative à la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Linke** adresse, de Vienne, un Mémoire, écrit en allemand et accompagné de planches, sur un nouveau « télégraphe atlantique écrivant ».

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

M. **G. Cumming** adresse diverses pièces relatives à son « transmetteur télégraphique à contact périphérique ».

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

Le P. **Denza** adresse une Note contenant quelques-uns des résultats obtenus dans l'observation du passage de Vénus à l'observatoire du Collège Charles-Albert, à Moncalieri.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note relative à un nouveau réfractomètre, permettant de déterminer les indices de réfraction sans goniomètre ni théodolite.

(Commissaires : MM. Jamin, Desains.)

CORRESPONDANCE.

GÉODÉSIE. — *Observations au sujet de la circulaire du gouvernement des Etats-Unis, concernant l'adoption d'un méridien initial commun et d'une heure universelle.* Note de M. **de Chancourtois**.

« Le libellé même de la proposition du gouvernement des États-Unis constate la liaison de la mesure du temps, considérée au point de vue universel, avec l'institution d'un méridien initial auquel se rapporterait cette mesure; mais le mot *heure* me semble marquer un but trop restreint, car la variation de l'heure, suivant la longitude, dont il faut tenir compte pour déterminer les rapports de temps entre deux points du globe, néces-

site, pour régulariser la date après un tour entier, la correction d'un jour qui doit se faire naturellement sur le méridien initial, à partir duquel on compte les longitudes. La fixation d'un tel méridien pourrait donc avoir pour conséquence non seulement la détermination d'une *heure universelle*, mais l'institution d'une *échelle pour la mesure absolue du temps*, et, quoique dépourvu de toute compétence spéciale en matière d'Astronomie, je me hasarderai à ajouter incidemment qu'il me paraîtrait convenable d'établir avec le temps sidéral, plutôt qu'avec le temps solaire, une telle échelle de chronologie primordiale, à laquelle on repérerait facilement, en tout cas, les indications d'un temps vulgaire local quelconque.

» Mais je désire surtout insister sur l'intérêt qu'il y aurait à faire de cette échelle, par l'adoption d'une *division décimale du jour*, un moyen de mesurer le temps, spécialement établi pour les *usages scientifiques et techniques*, dont l'emploi empêcherait de perdre, dans le calcul d'un *travail*, tous les avantages résultant de l'emploi des unités du système métrique décimal, comme cela arrive actuellement par l'emploi de la seconde duodécimale.

» L'adoption d'une division décimale du temps implique nécessairement celle de la *division décimale correspondante de la circonférence*, puisque, en Astronomie et dans l'art nautique, la mesure du temps équivaut à celle de la longitude, et la double réforme rencontrerait bien des difficultés, dont la réfection des Tables n'offrirait peut-être pas la plus grande; mais les peines en seraient bien rapidement payées par les simplifications qui en résulteraient pour les calculs trigonométriques que comportent les études astronomiques et leurs applications, non seulement à la navigation, mais à tous les travaux de Géographie et de Physique mathématique.

» Il paraît donc bien désirable que l'on saisisse l'occasion qui se présente de poser de nouveau la question de la réforme de la division du cercle et du jour.

» J'ajouterai ici, mais non plus dubitativement, comme je le faisais au sujet du choix à faire entre le temps sidéral et le temps solaire, que l'angle droit n'étant pas un angle entre autres, mais étant la base de la mise en ordre de toutes les notions géométriques et physiques, doit constituer une unité dans l'évaluation numérique des angles. Par conséquent, la division de la circonférence en 400 grades, où l'angle droit est noté 100 grades, sur laquelle a été fondé le système métrique décimal et qui offre d'ailleurs des

avantages pratiques évidents pour la détermination des orientations topographiques, me semble devoir être conservée, malgré les considérations que les astronomes peuvent faire valoir pour la division en 100 parties.

» Quant au choix du méridien initial, une condition s'impose tout d'abord. Il faut, tant pour donner à ce méridien un caractère d'indépendance qui dégage la question de la compétition des amours-propres nationaux que pour réduire au minimum l'embarras du changement de date à son passage, lui faire éviter autant que possible de prendre terre.

» L'ancien méridien de Ptolémée, fixé par un très petit déplacement à environ 28°30′ ou à environ $31^G,7$ de celui de Paris, est assurément celui qui satisfait le mieux à la double condition, puisqu'il ne rencontre que les régions glacées et inhabitables du Groënland, et il a l'avantage assez notable de donner, s'il est pris comme ligne de séparation des hémisphères d'une mappemonde, une répartition du figuré des terres meilleure que le méridien de l'île de Fer, qui semble d'ailleurs devoir être exclu comme coupant l'Islande.

» Divers géographes ont proposé de choisir un méridien passant par le détroit de Behring, avec lequel on conserverait l'habitude de faire la correction de date dans la traversée du Pacifique; mais on ne peut éviter de faire passer un tel méridien dans une île habitable : je persiste donc à penser que le méridien marin de l'Atlantique serait préférable, et la nécessité de faire la correction de date entre l'ancien et le nouveau monde serait peut-être un avantage plutôt qu'un inconvénient pour la prompte et complète régularisation des rapports de temps qui, si l'on prétend éviter la correction de la date dans l'Atlantique, n'en conserveront pas moins, dans les énonciations de temps vulgaire, cette apparence paradoxale qu'une dépêche expédiée de Paris, à midi, arrivera à Chicago le même jour à 6^h du matin, ou inversement.

» On ne saurait se faire illusion sur les chances de bon accueil immédiat à une proposition de réforme internationale de la division du cercle et du jour. Mais, comme cette réforme me paraît inévitable, après un retard qui ne fera que la rendre plus pénible, il me semble à désirer que, dans la fixation du méridien initial, qui pourrait être faite prochainement, la France, pour prix de ses anciennes initiatives en Géodésie, obtienne la petite faveur qui consisterait à placer ce méridien à un nombre exact de décigrades du méridien de Paris, afin d'y rattacher le quadrillage géographique qu'elle a établi et qu'elle conservera, il faut l'espérer, jusqu'à réalisation com-

plète de la systématisation décimale des mesures, conséquence nécessaire du système de numération naturelle.

» Le méridien, s'il était choisi dans l'Atlantique, pourrait alors être pris à $31^G,7$ du méridien de Paris; celui du Pacifique, s'il était préféré malgré ses défauts, pourrait être pris à $190^G,1$ pour être le plus dégagé des rencontres avec les îles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Les séries hypergéométriques d'ordre supérieur à une seule variable, telles que

$$1+\frac{a_1.a_2.a_3}{1.b_1.b_2}x+\frac{a_1(a_1+1)\,a_2(a_2+1)\,a_3(a_3+1)}{1.2.b_1(b_1+1)\,b_2(b_2+1)}x_2+\ldots,$$

ont fait l'objet de deux Mémoires de M. Thomæ (*Journal de Crelle,* t. 87; *Mathematische Annalen,* Band II). L'objet de cette Note est d'étendre aux fonctions de cette nature le point de vue de Riemann. Voici comment on doit poser le problème.

» Soit y une fonction multiforme de la variable x, jouissant des propriétés suivantes. Entre $n+1$ déterminations de la fonction, il existe une relation linéaire et homogène à coefficients constants. Chaque branche de la fonction est holomorphe pour toute valeur de x, différente de $0, 1, \infty$. Dans le voisinage du point $x=0$, on a les n déterminations linéairement indépendantes

$$P_1(x),\ x^{1-b_1}P_2(x),\ x^{1-b_2}P_3(x),\ \ldots,\ x^{1-b_{n-1}}P_n(x),$$

$P_1, P_2, \ldots, P_n$ étant holomorphes pour $x=0$. Dans le voisinage du point $x=1$, on a les n déterminations linéairement indépendantes

$$Q_1(x),\ Q_2(x),\ \ldots,\ Q_{n-1}(x),\ (1-x)^{b_1+b_2+\ldots+b_{n-1}-a_1-a_2-\ldots-a_n}Q_n(x),$$

$Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ étant holomorphes dans le domaine de ce point. Enfin, pour $x=\frac{1}{x'}=\infty$, on a les n déterminations

$$x'^{a_1}R_1(x'),\ x'^{a_2}R_2(x'),\ \ldots,\ x'^{a_n}R_n(x'),$$

$R_1, R_2, \ldots, R_n$ étant holomorphes pour $x'=0$. On suppose qu'aucun des nombres b_i, b_i-b_h, a_i-a_h, $\Sigma b_i-\Sigma a_i$ n'est égal à un nombre entier.

» Admettons qu'il existe une telle fonction, et soient $F_1, F_2, \ldots, F_n$ n branches linéairement indépendantes. Chaque branche de la fonction satisfait évidemment à l'équation linéaire

$$\begin{vmatrix} \frac{d^n y}{dx^n} & \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} & \cdots & y \\ \frac{d^n F_1}{dx^n} & \frac{d^{n-1} F_1}{dx^{n-1}} & \cdots & F_1 \\ \cdots & \cdots\cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{d^n F_n}{dx^n} & \cdots\cdots & \cdots & F_n \end{vmatrix} x^{\Sigma b_i + \frac{n(n-1)}{2}} (x-1)^{\Sigma a_i - \Sigma b_i + n} = 0.$$

» En étudiant la forme de chaque coefficient dans le voisinage des points 0, 1, ∞, on trouve sans difficulté que cette équation sera de la forme

$$(1) \quad \begin{cases} x^{n-1}(x-1)\frac{d^n y}{dx^n} + (Ax - B)x^{n-2}\frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} \\ \quad +(Cx - D)x^{n-3}\frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + (Lx - M)\frac{dy}{dx} + Ny = 0, \end{cases}$$

A, B, C, D, ..., L, M, N étant $2n-1$ constantes. Pour déterminer ces constantes, nous écrirons que les racines des équations fondamentales déterminantes sont respectivement

Pour $x = 0$. . . . . $0, \quad 1 - b_1, \quad 1 - b_2, \quad \ldots, \quad 1 - b_{-1n}$

Pour $x = \frac{1}{x'} = \infty$ . . . . . . $a_1, \quad a_2, \quad \ldots, \quad a_n.$

» Posons

$$\varphi(r) = (r - 1 + b_1)(r - 1 + b_2)\ldots(r - 1 + b_{n-1}),$$
$$\psi(r) = (r + a_1)(r + a_2)\ldots(r + a_n);$$

on devra avoir

$$(r-1)(r-2)\ldots(r-n+1) \\ + B(r-1)\ldots(r-n+2) + \ldots + K(r-1) + M = \varphi(r),$$
$$r(r-1)\ldots(r-n+1) + Ar(r-1)\ldots(r-n+2) + \ldots + Lr + N = \psi(r).$$

» Ces équations déterminent complètement, et sans ambiguïté, les coefficients inconnus A, B, C, ..., M, N. Ces coefficients étant déterminés de cette façon, les racines de l'équation déterminante fondamentale relative

au point $x = 1$ seront

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots,\ n-2,\ \Sigma b_i - \Sigma a_i.$$

» Les intégrales de l'équation (1) jouiront bien des propriétés voulues. Cela résulte des théorèmes fondamentaux de M. Fuchs, et d'une proposition plus générale que j'ai énoncée antérieurement (*Comptes rendus*, 13 novembre 1882).

» Dans le domaine du point $x = 0$, l'équation (1) doit admettre une intégrale holomorphe. Si, dans le premier membre de cette équation, on remplace y par une série telle que

$$1 + \sum_{m=1}^{\infty} C_m x^m,$$

le coefficient de x^m dans ce résultat sera

$$C_m \psi(m) - C_{m+1}(m+1)\varphi(m+1).$$

» On devra donc avoir

$$\frac{C_{m+1}}{C_m} = \frac{\psi(m)}{(m+1)\varphi(m+1)} = \frac{(a_1+m)(a_2+m)\ldots(a_n+m)}{(m+1)(b_1+m)\ldots(b_{n-1}+m)},$$

et, par suite,

$$C_m = \frac{(a_1.m)(a_2.m)\ldots(a_n.m)}{(1.m)(b_1.m)\ldots(b_{n-1}.m)}.$$

» Cette intégrale sera donc une série hypergéométrique d'ordre supérieur. L'intégrale générale de l'équation (1) s'exprime à l'aide de pareilles séries; cela résulte de ce que, si l'on pose $y = x^{1-b_i} z\,(i = 1, 2, \ldots, n)$, l'équation en z jouit des mêmes propriétés que la première et, par suite, admet une intégrale de même forme. Il en serait de même de l'équation obtenue en faisant la transformation $x = \frac{1}{z}$, puis en posant

$$y = z^{a_i} t\,(i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Chacune de ces fonctions peut être représentée par une intégrale définie multiple. Ainsi, si l'on désigne par $F(a_1, a_2, a_3; b_1, b_2, x)$ la série écrite plus haut, on a

$$\int_0^1 \int_0^1 u^{a_1-1} v^{a_2-1} (1-u)^{b_1-a_1-1} (1-v)^{b_2-a_2-1} (1 - xuv)^{-a_3}\, du\, dv$$
$$= \frac{\Gamma(a_1)\Gamma(a_2)\Gamma(b_1-a_1)\Gamma(b_2-a_2)}{\Gamma(b_1)\Gamma(b_2)} F(a_1, a_2, a_3; b_1, b_2, x),$$

pourvu que les parties réelles des quantités a_1, a_2, $b_1 - a_1$, $b_2 - a_2$ soient positives. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Fourier.* Note de M. **Halphen.**

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, le 11 décembre dernier (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 1217), se trouve la proposition suivante : *Les termes de la série de Fourier, calculés au moyen d'une fonction $f(x)$, tendent vers zéro, si l'intégrale de $f(x)^2$ est finie dans l'intervalle considéré.*

» Ce résultat, dont l'utilité est, je crois, très grande, avait été précédemment trouvé par M. Axel Harnack, de Dresde. Les recherches que M. Harnack a consacrées à ce sujet ont été publiées, au cours de l'année dernière, dans les *Mathematische Annalen*, t. XIX. Elles font la matière de deux Mémoires ayant pour titres : *Vereinfachung der Beweise in der Theorie der Fourier'schen Reihe* (p. 235), et *Berichtigung zu dem Aufsatze über die Fourier'schen Reihe* (p. 524). »

PHYSIQUE. — *Sur une propriété générale d'un agent dont l'action est proportionnelle au produit des quantités en présence et à une puissance quelconque de la distance.* Note de M. **E. Mercadier**, présentée par M. A. Cornu.

« Considérons un agent quelconque de nature inconnue susceptible d'être évalué en *quantité* par rapport à une unité convenable de même nature et doué d'une *densité* définie comme celle d'un corps matériel ordinaire.

» Soit

$$\varphi = f q q' r^n \tag{1}$$

la loi d'action de cet agent.

» Dans cette formule, le *coefficient d'action* f est indépendant des quantités d'agent q, q', et de leur position mutuelle définie par la distance r qui les sépare ; sa nature est d'ailleurs tout aussi inconnue que celle de l'agent : c'est peut-être une quantité numérique, ou bien une grandeur physique dépendant des propriétés du milieu où s'exercent les actions et ayant des dimensions $M^\alpha L^\beta T^\gamma$ en fonction des unités fondamentales de masse, longueur et temps. De plus, φ est supposé être une force répondant à la défi-

nition ordinaire de la Mécanique $\varphi = m\gamma$ et caractérisée par les dimensions MLT^{-2}.

» Les dimensions de l'unité de *quantité* d'agent, déduites de (1), seront

(2) $$Q = f^{\frac{-1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} L^{\frac{1-n}{2}}.$$

» Celles de la *densité*, quantité d'agent par unité de volume,

(3) $$D = QL^{-3} = f^{\frac{-1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} L^{\frac{-n-5}{2}}.$$

» Celles de la force F_1 exercée par l'agent sur l'unité de quantité seront

(4) $$F_1 = \frac{F}{Q} = \frac{MLT^{-2}}{Q} = f^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} L^{\frac{1+n}{2}} = AL^{\frac{1+n}{2}}.$$

» Cela posé, on sait que les forces, telles que φ, ont une fonction de force U, telle que, si $R\cos(R, x)$ est la projection de la force agissante R en un point dans la direction Ox, on a

$$\frac{dU}{dx} = R\cos(R, x).$$

» Si l'on appelle U_1 la fonction U rapportée à l'unité d'agent, les dimensions d'un cosinus étant zéro, celles de $\frac{dU_1}{dx}$ seront celles de R rapportées à l'unité d'agent, ou bien de F_1, c'est-à-dire

$$AL^{\frac{1+n}{2}} \quad \text{d'après (4).}$$

» Les dimensions des dérivées partielles successives de U_1 s'obtiendront simplement en diminuant successivement d'une unité le degré de $L^{\frac{1+n}{2}}$. On obtiendra ainsi pour

$$\frac{d^2U_1}{dx^2}, \quad \ldots, \quad AL^{\frac{-1+n}{2}},$$

pour

$$\frac{d^3U_1}{dx^3}, \quad \ldots, \quad AL^{\frac{-3+n}{2}}, \quad \ldots.$$

» En général, pour

$$\frac{d^pU_1}{dx^p}, \quad \ldots, \quad AL^{\frac{-(2p-3)+n}{2}},$$

ou bien

(5) $$f^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} L^{\frac{-(2p-3)+n}{2}}.$$

» Si l'on compare les formules (5) et (3), on voit que, si l'on pose

$$-(2p-3) + n = -n - 5,$$

on en déduit

$$p = 4 + n.$$

et qu'alors, avec cette valeur de p, la formule (3), multipliée par f, reproduira la formule (5).

» D'où la proposition générale suivante :

» *Si un agent exerce des actions proportionnelles au produit des quantités en présence et à une puissance n de la distance, la dérivée partielle* $(4+n)^{ième}$ *par rapport à une direction quelconque de la fonction de force rapportée à l'unité d'agent en un point, a les mêmes dimensions que la densité de l'agent multipliée par le coefficient de la loi d'action.*

» En particulier, la proposition s'applique à la gravitation universelle, à l'électricité et au magnétisme, en faisant $n = -2$, et c'est alors la dérivée seconde de la fonction de force rapportée à l'unité de masse, appelée en ce cas *fonction potentielle* ou *potentiel*, qui jouit de la propriété énoncée.

» Elle s'applique aussi, par conséquent, à la somme des dérivées secondes du potentiel par rapport à trois directions rectangulaires

$$\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = \Delta V.$$

» Or on sait que les théorèmes de Laplace et de Poisson s'expriment en ce cas par l'équation

$$\Delta V = -4\pi f\rho, \tag{6}$$

ρ étant la densité de l'agent au point où l'on considère le potentiel V, f le coefficient de la loi d'action, et 4π un facteur *numérique*.

» L'équation (6) est donc, dans le cas où $n = -2$, l'expression *précisée* et *concrète* en quelque sorte du théorème général qu'on vient de démontrer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthodes pour la détermination de l'ohm;* par M. **Brillouin.**

« Dans le système électromagnétique, le rapport d'un coefficient d'induction à une résistance est un temps. Les seules mesures essentielles pour la détermination absolue d'une résistance sont donc :

» 1° Les mesures de longueur, nécessaires au calcul de la valeur absolue d'un coefficient d'induction mutuelle;

» 2° Une mesure de temps.

» L'expérience électrique peut être réduite à la mesure d'une vitesse de

rotation, et à des constatations de zéro dans des instruments électriques. Ces conditions sont satisfaites dans les méthodes que je vais indiquer. En outre, les circuits ne contiennent aucun contact frottant et restent immobiles; il faut alors renoncer à l'emploi des courants constants produits par induction.

» Un aimant tourne à l'intérieur d'une bobine sphérique et produit une force électromotrice sinusoïdale. La vitesse de rotation doit être constante; on la mesure. Les extrémités du fil de la bobine sphérique sont réunies à un circuit complexe, où se produisent des courants sinusoïdaux, d'amplitudes et de phases différentes, ayant tous pour période la durée d'un tour de l'aimant mobile. Des courants sinusoïdaux non redressés et de courte période sont sans action sur un galvanomètre; c'est donc l'électrodynamomètre qu'il faut employer.

» On règle le circuit complexe de manière que la déviation permanente de la bobine mobile, sous l'influence des courants périodiques, soit nulle. Il existe alors une relation, entre les coefficients d'induction, les résistances des diverses parties du circuit et la vitesse de rotation; cette relation permet de déterminer la résistance absolue du circuit.

» Il importe de remarquer que le moment magnétique de l'aimant tournant n'influe que sur la sensibilité. Lorsque les courants qui traversent les deux parties de l'électrodynamomètre sont différents, les conditions de zéro sont que l'amplitude de l'un des courants soit nulle, ou que la différence de phase entre les deux courants soit $\frac{\pi}{2}$.

» Voici un exemple, entre plusieurs. Le circuit complexe se compose d'un circuit inducteur (0), d'un circuit induit primaire (1), d'un circuit induit secondaire (2). Le circuit inducteur (0) contient la bobine sphérique, source du courant sinusoïdal, la bobine mobile d'un électrodynamomètre sensible, et une bobine inductrice; près de celle-ci, se trouve la bobine induite du circuit (1), qui contient en outre un rhéostat sans coefficient d'induction sensible, et une bobine inductrice. Le circuit (3) contient la bobine fixe de l'électrodynamomètre et deux bobines induites, que l'on peut substituer l'une à l'autre dans le voisinage de la bobine inductrice du circuit (1). On peut ainsi donner au coefficient d'induction mutuelle entre (1) et (2) deux valeurs différentes M_{12}, m_{12}, sans altérer les coefficients de self-induction.

» Dans deux expériences, on conserve la même vitesse de rotation $\frac{1}{T}$,

et la même résistance R_2 du circuit (2); pour maintenir l'électrodynamomètre au zéro, avec les coefficients d'induction mutuelle M_{12}, m_{12}, il faut donner au circuit (1) deux résistances différentes R_1, r_1. Toutes ces quantités sont liées par la relation

$$(M_{12}^2 - m_{12}^2)\frac{4\pi^2}{T^2} = (r_1 - R_1)R_2.$$

» On peut atteindre toute la précision nécessaire dans le calcul des coefficients d'induction M_{12}, m_{12}, et dans la comparaison de la résistance R_2 à $r_1 - R_1$. Enfin, dans l'expérience absolue, la constatation d'un zéro peut être faite avec une précision bien plus grande que la lecture d'une intensité, et supprime toute erreur sur la graduation de l'échelle divisée qui sert à la mesure des déviations.

» On obtient deux autres arrangements, qui permettent de déterminer l'ohm, en remplaçant la pile et le galvanomètre par la source sinusoïdale et par la partie fixe de l'électrodynamomètre, dans le pont de Wheatstone, ou dans le dispositif au moyen duquel Edlund a étudié les extra-courants; la bobine mobile est alors parcourue par le courant total, et liée directement à la source sinusoïdale.

» Je me bornerai à ces indications générales, parce que les détails de calcul et la discussion des appareils ne sauraient trouver place ici. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse à une Note de M.* Maurice Lévy; par M. **M. Deprez.**

« Tous les physiciens ont admis jusqu'à présent que la force électromotrice développée par l'anneau d'une machine d'induction était proportionnelle à la vitesse de cet anneau, l'intensité du courant étant, bien entendu, supposée constante. M. Maurice Lévy déclare cette loi fausse et, grâce à des raisonnements que je n'ai pas à apprécier, il arrive à la remplacer par une série illimitée ordonnée suivant les puissances entières de la vitesse. Si la loi dont il est question n'était pas depuis longtemps connue, je comprendrais que l'on eût recours à cet expédient, que l'on emploie généralement toutes les fois que l'on ignore la véritable loi qui lie une fonction à sa variable, et, à ce compte, toutes les lois de l'univers seraient représentées par la série de Maclaurin, qui n'est autre chose qu'une série illimitée ordonnée suivant les puissances entières de la variable.

» Pour apprécier à sa juste valeur la réforme que M. Maurice Lévy veut introduire dans une des lois les plus généralement admises de la Physique

expérimentale, j'ai entrepris dernièrement une série d'expériences qui ont porté sur trois genres de machines : 1° une machine Von Hefner-Alteneck; 2° une machine Gramme, type A; 3° une machine à haute tension dont l'anneau contenait 3200^{m} de fil. Les expériences étaient conduites de la manière suivante :

» On commençait par faire tourner la machine en expérience à une vitesse faible, mais aussi constante que possible, de manière que le galvanomètre intercalé dans le circuit éprouvât une déviation invariable et d'une amplitude assez grande pour que la lecture pût être faite avec une exactitude suffisante. On changeait alors la vitesse : l'intensité du courant augmentait naturellement, mais on la ramenait autant que possible à la même valeur que dans l'expérience précédente, en intercalant dans le circuit des résistances variables. On notait alors la résistance totale R de la machine et du circuit extérieur, l'intensité I du courant (qui, d'ailleurs, variait peu d'une expérience à l'autre); le produit RI faisait connaître la force électromotrice, et, en le divisant par V, on devait trouver pour le quotient $\frac{RI}{V}$ une valeur constante.

» Voici les résultats obtenus :

	Vitesse en tours par minute.	Intensité du courant.	Résistance totale.	$\frac{RI}{V}$.		Différences relatives avec la moyenne.
Machine Hefner-Alteneck.....	425	13,53	0,84	0,0267	0,0264	−1:88
	783	12,68	1,62	0,0262		+1:132
	1165	13,65	2,37	0,0278		−1:19
	1660	13,00	3,185	0,0250		+1:19
Machine Gramme, type A.......	270	8,16	2,15	64,96		»
	526	8,16	4,15	64,37		»
	608	8,23	5,00	67,68	67,53	−1:450
	742	8,40	6,00	67,92		−1:173
	944	8,23	7,70	67,13		+1:169
	1004	8,23	8,30	68,03		−1:135
	1160	8,23	9,45	67,04		+1:138
	1460	8,23	11,95	67,36		+1:397
Machine Hefner-Alteneck....	356	5,60	0,84	0,0132	0,01286	−1:38
	618	5,78	1,49	0,0139		»
	1016	5,42	2,37	0,0127		+1:80
	1236	5,60	2,88	0,0130		−1:92
	1470	5,95	3,19	0,0129		−1:320
	1636	5,60	3,70	0,0127		+1:80
	1662	5,42	3,88	0,0127		+1:80

	Vitesse en tours par minute.	Intensité du courant.	Résistance totale.	$\frac{RI}{V}$.		Différences relatives avec la moyenne.
Machine à haute tension......	200	5,60	59,3	1,659		+1:67
	384	6,30	103,2	1,692		−1:210
	470	6,12	136,4	1,775	1,684	−1:19
	606	5,95	166,4	1,633		+1:33
	710	5,95	198,4	1,662		+1:76

» On voit que, la vitesse variant dans le rapport de 1 à 5 et même au delà, le rapport $\frac{E}{V}$ a été tantôt en augmentant, tantôt en diminuant légèrement, et toujours dans le même sens que l'intensité du courant, qu'on n'a pas pu rendre rigoureusement invariable. Il est impossible de ne pas reconnaître, à l'inspection de la dernière colonne, que les différences relatives entre les valeurs de $\frac{E}{V}$ et celle de leurs moyennes arithmétiques est tout à fait de l'ordre des erreurs que l'on ne peut éviter dans ce genre d'expériences, et que beaucoup de lois physiques, employées constamment dans la pratique, n'atteignent pas ce degré d'exactitude. Je conclus de là qu'il serait oiseux de chercher à développer en série une fonction qui est si bien représentée par une expression linéaire.

» Une seconde loi que M. Lévy se refuse absolument à admettre est celle que j'ai énoncée en disant que, dans un moteur électrique, le *prix de l'effort statique* est indépendant de l'état de repos ou de mouvement du moteur. J'ai considéré cette loi comme une conséquence nécessaire de l'invariabilité de R (résistance totale du circuit) et de I (intensité du courant), et par suite de RI^2, pendant que l'anneau tourne à une vitesse quelconque en développant un travail constant par tour. A cela, M. Maurice Lévy répond :

« Il est incontestable que, si R et I sont constants, le produit RI^2 l'est, mais le travail perdu n'est pas RI^2; il se compose : 1° de RI^2; 2° du travail consommé par les courants qui naissent dans le fer de l'anneau de la machine génératrice et qui l'échauffent; 3° du travail analogue perdu par la réceptrice. Or ces derniers travaux ne sont pas indépendants de la vitesse des anneaux : ils croissent au contraire à peu près comme les carrés de ces vitesses... »

» Il y a dans ces quelques lignes de singulières contradictions. Remarquons que le produit RI^2 représente un travail calorifique et non un travail mécanique. M. Lévy veut bien admettre qu'il est constant, mais il veut

absolument lui ajouter un travail de nature essentiellement mécanique, dû aux courants intérieurs qui, selon lui, se développent dans le fer de l'anneau et dont l'effet immédiat serait nécessairement d'augmenter le couple résistant, déjà produit par le frein, d'un terme proportionnel au carré de la vitesse. Or le courant moteur restant constant, ainsi que le prouve l'expérience, lorsque la vitesse varie entre des limites très écartées, il faudrait, si les assertions de M. Lévy étaient exactes, que ce courant *constant* développât un effort mécanique *croissant* avec la vitesse de l'anneau de la réceptrice !

» Cela étant inadmissible, il faut en conclure que le travail résistant dû aux prétendus courants de Foucault, développés dans le noyau de fer de l'anneau des machines, est absolument négligeable, et c'est ce que fait comprendre immédiatement l'examen le plus superficiel d'un tel noyau, composé, comme on le sait, d'un fil de fer d'une très grande longueur, formant une hélice d'un très grand nombre de spires soigneusement isolées les unes des autres. J'ajouterai qu'en faisant tourner à courant ouvert un anneau de machine d'induction dans un champ magnétique, même très puissant, on n'éprouve presque aucune résistance : ce qui prouve bien la non-existence des courants de Foucault. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur l'oxydabilité relative des fontes, des aciers et des fers doux.* Note de M. Gruner, présentée par M. Fremy.

« Depuis un an, je me suis occupé d'expériences prolongées sur l'oxydabilité relative des fontes, des aciers et des fers doux, au point de vue de l'usure des rails, des constructions métalliques et des coques de navires, par la rouille et l'action de l'eau de mer.

» Quelques ingénieurs avaient pensé que l'on pouvait déterminer cette oxydabilité relative, en soumettant les diverses sortes de fer à l'action de l'eau acidulée. Mais il aurait fallu prouver d'abord que l'eau acidulée produit le même effet que l'air humide ou l'eau de mer, car l'identité d'action n'est pas évidente *a priori*. C'est cette étude comparative que je me suis proposé d'entreprendre ; et je viens vous prier de vouloir bien communiquer à l'Académie les résultats les plus saillants auxquels je suis parvenu, le Mémoire lui-même devant paraître dans les *Annales des Mines*.

» Je dois dire, au reste, que la question fut déjà traitée, il y a quarante ans environ, par M. Robert Mallet, de Dublin, devant l'Association britan-

nique pour l'avancement des Sciences; et plus récemment (1881) par les ingénieurs Philipps et Parker, de Londres : la question m'a paru toutefois devoir être reprise à un point de vue plus général, et surtout dans le but de savoir jusqu'à quel point *l'eau acidulée* agit ou non de la même façon, sur les diverses sortes de fer, que l'air humide et *l'eau de mer*.

» J'ai soumis à une série d'essais identiques vingt-huit plaques polies d'acier et de fonte plus ou moins doux et durs, purs ou impurs; on a donné à toutes un décimètre carré de surface, et, pour les soumettre simultanément aux mêmes réactions, je les fixai dans un châssis parallélépipédique en bois, muni d'une solide poignée. Les plaques étaient ainsi suspendues, par leurs quatre coins, à 15^{mm} de distance l'une de l'autre et pouvaient, à l'aide du châssis en question, être toutes plongées simultanément dans une auge remplie, soit d'eau acidulée contenant 0,5 pour 100 d'acide sulfurique concentré, soit d'eau de mer; on pouvait les exposer simplement à l'air humide d'une terrasse, ouverte à tous les vents.

» Les premières expériences se firent, l'hiver dernier, à l'usine de Saint-Montant, près de Beauvoir; d'autres au printemps et en automne, à Paris; un plus grand nombre, dans le courant de l'été, au bord de la mer, à Villerville, en Normandie; mais toutes, avec les mêmes plaques et le même appareil. On pesait, bien entendu, toutes les plaques avant et après chaque essai, les brossant et les séchant avec soin.

» Voici maintenant les résultats constatés :

» Les essais à l'*air humide* n'ont pu être prolongés assez longtemps, pour constater si le degré de carburation des aciers et la trempe influent ou non sur l'intensité de la corrosion par la rouille; aussi ces essais sont-ils encore en cours d'exécution; mais voici cependant quelques points acquis :

» En vingt jours, les aciers perdent, en moyenne, 3 à 4^{gr} par plaque, c'est-à-dire par $0^{mq},02$ de surface, les deux faces des plaques étant également corrodés. Les aciers chromés s'oxydent plus, et les aciers au tungstène moins que les aciers simplement carburés.

» Les fontes, même manganésées, s'oxydent moins que les aciers et les fers doux, et, parmi elles, la fonte blanche spéculaire (le *spiegel*) à 20 pour 100 de manganèse, moins que les fontes grises : la perte est la moitié environ de celle subie par les aciers.

» L'*eau de mer* attaque le fer, en le dissolvant comme l'eau acidulée, mais dans des conditions toutes différentes. Au bout de fort peu de temps, on constate dans l'auge du chlorure de fer.

» A l'inverse de l'air humide, l'eau de mer attaque plus fortement les

fontes que les aciers, et surtout très énergiquement la fonte blanche spéculaire. Ainsi, en neuf jours, les aciers n'ont perdu, par $0^{mq},02$ de surface, que 1 à 2^{gr} selon leur nature; tandis que la fonte blanche manganésée a perdu 7^{gr}, la fonte noire de Saint-Montant, pour le Bessemer, $3^{gr},50$, et la fonte phosphoreuse, pour poterie, 5^{gr}.

» Les aciers trempés sont moins attaqués que les mêmes aciers recuits, les aciers doux moins que les aciers manganésés ou chromés, l'acier au tungstène moins que les aciers ordinaires ayant la même teneur en carbone.

» Il suit de là qu'il faut éviter l'emploi des tôles manganésées pour les coques de navires; et j'ajouterai que, d'après l'expérience des constructeurs anglais, la corrosion est plus vive le long de la ligne de flottaison que là où le métal est toujours à l'air, ou toujours sous l'eau.

» L'eau *acidulée*, comme l'eau de mer, dissout plus rapidement les fontes grises que les aciers, mais non la fonte blanche spéculaire : c'est la fonte grise impure qui est le plus fortement attaquée.

» Ainsi, en trois jours, l'eau à $\frac{1}{2}$ pour 100 d'eau acidulée, renouvelée tous les matins, a enlevé :

A la fonte noire, pour Bessemer, contenant 3 à 4 pour 100 de manganèse et 1 à 2 pour 100 de silicium		$15^{gr},9$
A la fonte grise phosphoreuse pour poterie		8,9
A la fonte blanche spéculaire seulement		1,5
Et même à la fonte avec bois pure de Ruelle seulement		0,8
Les aciers doux ne perdent, dans les mêmes circonstances, que	$0^{gr},1$ à	0,4
Les aciers doux, simplement carburés	$0^{gr},8$ à	1,1
L'acier manganésé et dur *recuit*		1,6
Et le même acier *trempé*		4,1

c'est-à-dire, beaucoup plus que la fonte blanche spéculaire et la fonte pure au bois.

» J'ai constaté aussi que l'eau acidulée, comme l'eau de mer, attaque plus énergiquement l'acier chromé que l'acier pur, et plutôt moins l'acier au tungstène.

» On voit finalement que, si, sous le rapport du chrome, du manganèse et du tungstène, l'action de l'eau acidulée est à peu près la même que celle de l'eau de mer, elle est totalement différente sous les autres rapports, et surtout bien différente de l'action de l'air humide. Les essais à l'eau acidulée ne peuvent donc rien apprendre quant à la résistance relative des diverses sortes de fer à l'air humide, ou à l'eau de mer. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les pertes et les gains d'azote des terres arables.* Note de M. **P.-P. Dehérain**, présentée par M. Peligot.

« En 1875, j'ai fait tracer, sur le domaine de l'école de Grignon, un champ d'essai dont le sol fut analysé et soumis à la culture continue du maïs fourrage et à celle des pommes de terre; un certain nombre de parcelles reçurent de copieuses fumures de fumier de ferme; sur d'autres on répandit de l'azotate de soude ou du sulfate d'ammoniaque; enfin quelques-unes furent laissées sans engrais. Les résultats de cette longue recherche, continuée pendant sept ans, me paraissent avoir assez d'intérêt pour être placés sous les yeux de l'Académie.

» 1. *La perte d'azote combiné que subit un sol labouré chaque année n'est pas due exclusivement aux prélèvements des récoltes.*

» Toutes les récoltes ayant été pesées et quelques-unes analysées, on peut calculer la quantité d'azote qui y était contenue, et par suite celle que les plantes avaient prélevée sur le sol; en 1878, celui-ci fut analysé et l'on reconnut que la perte qu'il avait subie était bien supérieure aux exigences des récoltes; l'appauvrissement était notable non seulement sur les parcelles cultivées sans engrais, mais aussi sur celles qui avaient reçu de l'azotate de soude ou du sulfate d'ammoniaque. Le sol de ces parcelles avait perdu non seulement tout l'azote contenu dans les engrais employés, mais encore une partie de celui qui était engagé dans une combinaison organique. Quand on fit usage de fumier de ferme, le sol s'enrichit légèrement, sans cependant conserver tout l'azote non employé par la récolte, que renfermait le fumier distribué.

» Dans tous les cas, les pertes d'azote surpassaient de beaucoup les quantités enlevées par les récoltes.

» 2. *Les pertes d'azote sont d'autant plus considérables que les fumures sont plus abondantes.*

» De 1878 à 1881 on continua la culture du maïs fourrage sur les parcelles qui en avaient porté déjà depuis trois ans; mais, à partir de 1880, on remplaça par du blé les pommes de terre qui avaient été maintenues sur les mêmes parcelles pendant cinq ans; pendant cette période de 1878 à 1881, on cessa toute distribution d'engrais; les récoltes furent pesées et le sol analysé en 1881 : on constata de nouvelles pertes; elles surpassèrent encore les quantités prises par les récoltes, mais la perte annuelle fut

inférieure à ce qu'elle avait été pendant la période des fumures abondantes.

» Les analyses de 1881 permirent de constater qu'en sept ans de culture continue de maïs fourrage ou de pommes de terre (cinq ans) et de blé (deux ans), notre sol perméable de Grignon avait perdu le quart de l'azote combiné qu'il renfermait en 1875; une des parcelles qui avait reçu de l'azotate de soude n'était pas plus riche que celle qui était restée constamment sans engrais.

» 3. *Les pertes d'azote cessent quand le sol est maintenu en prairies artificielles au lieu d'être labouré chaque année.*

» De 1875 à 1879, on cultiva une série de parcelles en betteraves; au moment de la prise d'échantillons, en 1879, on reconnut un appauvrissement considérable; on substitua, à cette époque, à la betterave du sainfoin et, bien qu'on n'eût pas distribué d'engrais, bien qu'on eût enlevé trois bonnes récoltes de fourrages, on constata, en 1881, que le sol s'était légèrement enrichi; on ne pouvait supposer que la légumineuse avait utilisé les réserves du sous-sol, car celui-ci s'était plutôt enrichi qu'appauvri.

» 4. *Le mode de culture adopté a plus d'influence sur la richesse du sol que les prélèvements des récoltes et les apports d'engrais.*

» Les résultats constatés à Grignon conduisent à cette conclusion capitale pour la culture : on ne réussit pas à enrichir un sol labouré chaque année en lui distribuant des doses considérables d'engrais solubles; l'enrichissement que lui communique le fumier est même éphémère et disparaît rapidement si le sol est aéré chaque année par le travail de la charrue; les pertes constatées sont du reste bien supérieures aux quantités prélevées par les récoltes; si, au contraire, on laisse le sol en repos, il cesse de s'appauvrir, bien qu'il fournisse d'abondantes récoltes.

» Les observations précédentes ne sont pas isolées : MM. Lawes, Gilbert et Warington ont publié récemment les résultats de leurs recherches sur les eaux de pluie et de drainage recueillies à Rothamsted, et l'on y trouve des faits analogues à ceux qui ont été constatés à Grignon. Malgré des doses considérables de sels ammoniacaux, un sol cultivé en blé chaque année ne renferme guère que la moitié de l'azote qu'on trouve dans un sol de prairie laissé toujours sans engrais.

» La richesse des sols non remués, maintenus en prairie, a été, au reste, constatée à bien des reprises différentes par M. Boussingault, par M. Truchot, par M. Joulie; toutes les fois qu'on a dosé simultanément l'azote et le carbone des matières organiques, on a reconnu que les sols riches en

carbone l'étaient aussi en azote, tandis qu'à Grignon les sols labourés perdaient, de 1878 à 1881, la moitié de leur carbone organique : cet élément restait constant dans le sol qui portait du sainfoin.

» Cette dernière observation est importante, car elle nous dévoile que la principale cause d'appauvrissement des sols cultivés ne doit pas être attribuée aux végétaux que la terre nourrit, mais à l'oxydation de la matière organique, provoquée sans doute par le ferment nitrique dont MM. Schlœsing et Müntz ont découvert les fonctions.

» La nitrification, favorable quand elle amène à l'état assimilable une fraction de l'azote organique suffisante pour subvenir aux besoins des récoltes, devient fâcheuse quand elle s'exagère et que, continuant d'agir sur un sol dépouillé de végétaux, elle fait passer dans les eaux de drainage une quantité d'azote qui équivaut, d'après les analyses exécutées à Rothamsted, à une fumure annuelle de 300^{kg} d'azotate de soude.

» Il est à remarquer enfin que les faits précédents sont bien d'accord avec les observations des cultivateurs, qui désignent, sous le nom de *plantes épuisantes,* celles qui exigent des labours annuels, tandis qu'ils appellent au contraire *plantes améliorantes* celles qui restent sur le sol pendant plusieurs années.

» Des observations recueillies au champ d'expériences de Grignon, il semble qu'on puisse tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les pertes d'azote des terres arables sont dues, non seulement aux exigences des récoltes, mais aussi, et pour une plus forte part, à l'oxydation de la matière organique azotée; ces pertes seront d'autant plus considérables qne les cultures exigeront des façons plus multipliées.

» 2° Quand les terres ne sont pas remuées, qu'elles sont maintenues en prairies naturelles ou artificielles, l'air y pénètre moins aisément, les combustions y sont moins actives, les gains d'azote surpassent les pertes.

» 3° Par suite, un cultivateur enrichira plus facilement un sol en azote en le maintenant en prairie qu'en lui prodiguant les engrais. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique de la picoline et de la lutidine.* Note de MM. **Oechsner de Coninck** et **Pinet**, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats d'une série de recherches que nous avons entreprises pour faire connaître l'action physiologique des bases pyridiques de différentes provenances.

On sait que ces bases se rencontrent dans l'huile de Dippel, dans le goudron de houille et dans la quinoléine brute, provenant de la distillation des alcaloïdes fixes (cinchonine, brucine, etc.) avec la potasse.

» Nos expériences ont porté sur la picoline du goudron de houille et sur les lutidines dérivées de la cinchonine et de la brucine. Lorsqu'on respire les vapeurs des bases pyridiques, on éprouve toujours de l'engourdissement cérébral. Ces bases doivent donc posséder une action marquée sur l'organisme.

» Nous allons donner ici le résumé des expériences faites avec des substances très pures sur la grenouille, sur le cobaye et sur le chien.

» I. On lie l'artère fémorale d'une grenouille pesant 30^{gr}; on injecte sous la peau de l'avant-bras $0^{gr},04$ de substance. Il se produit d'abord de l'irritation locale; puis, après un temps variant de dix à quinze minutes, l'animal s'engourdit et reste, au bout de quinze à vingt minutes, absolument immobile, sur le dos. Si l'on prend le sciatique dans le membre opposé à celui où l'injection a été faite, et si, avec la pince de Pulvermacher, on excite le bout central du nerf coupé, puis le bout périphérique, voici ce que l'on observe : l'électrisation du bout central ne donne rien, l'électrisation du bout périphérique produit des mouvements très affaiblis dans le membre correspondant. Du côté où l'artère fémorale a été liée, l'électrisation donne lieu à des mouvements énergiques dans le membre; la respiration est ralentie et modifiée dans son rythme; le cœur bat onze à treize fois au quart. L'animal *revient* au bout de vingt-quatre heures environ. Une dose de $0^{gr},15$ détermine la mort d'une grenouille de même poids.

» Ainsi, la picoline abolit le pouvoir excito-moteur des centres nerveux et diminue l'excito-motricité du système nerveux périphérique; elle se rapproche donc de la cicutine, d'après les propriétés assignées à ce dernier alcaloïde par M. Bochefontaine.

» Si l'on soumet une grenouille aux vapeurs de picoline, l'animal est totalement engourdi au bout de dix minutes. Les systèmes nerveux central et périphérique *ne réagissent plus* sous l'influence de l'électricité. Mais ici l'action est due en majeure partie à l'absorption cutanée [1].

» II. Sur les cobayes de poids moyen, l'injection sous-cutanée de $0^{gr},06$ de substance en solution au cinquième, produit, au bout de quinze à vingt-cinq minutes, un léger engourdissement qui devient bientôt complet. Mais

(1) Séance de la Société de Biologie du 13 janvier 1883.

ces animaux sont généralement emportés par un phlegmon diffus dû à l'injection, après être revenus à l'état normal.

» III. Sur un chien de moyenne taille de 11^{kg}, l'injection intra-veineuse de 10^{gr} d'une solution à 4 pour 100 détermine rapidement de la salivation qui devient très abondante si l'on continue l'injection; 50^{gr} de la solution, injectés de cette façon, ne produisent qu'un engourdissement passager, mais 100^{gr} engourdissent assez fortement l'animal, qui meurt la nuit suivante. A l'autopsie, les centres nerveux sont fortement congestionnés.

» La picoline n'est pas sialagogue; la salivation qu'elle produit est due à une action sur le système nerveux central et non à une action spéciale sur la glande; c'est ce que des expériences directes ont montré. En résumé, la picoline jouit de propriétés toxiques énergiques.

» Nous avons expérimenté, sur la grenouille seulement, les lutidines dérivées de la cinchonine et de la brucine.

» La β-lutidine de la cinchonine agit rapidement sur le système nerveux central en supprimant son pouvoir excito-moteur, et sur le système nerveux périphérique en diminuant d'abord et en abolissant plus tard l'excito-motricité des nerfs. Au bout d'un temps assez court, le mouvement respiratoire devient inappréciable; le cœur bat 8 fois au quart.

» La β-lutidine de la brucine, employée aux mêmes doses, détermine les mêmes phénomènes, *mais agit plus rapidement*. En outre, elle diminue la contractilité musculaire. Après vingt-quatre heures, les grenouilles meurent.

» Le chlorhydrate de β-lutidine, en raison de sa grande solubilité dans l'eau, produit des effets beaucoup plus rapides que la base; ces effets sont d'ailleurs identiques avec ceux qui viennent d'être décrits [1] ».

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles expériences sur les greffes iriennes, destinées à établir l'étiologie des kystes de l'iris.* Note de M. E. MASSE, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note du 28 mars 1881, j'avais communiqué à l'Académie une série d'expériences, prouvant qu'il est facile de greffer, sur l'iris des lapins, de petits lambeaux de conjonctive et de peau; j'avais montré

[1] Laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine de Paris.

qu'à la suite de ces greffes on voit se développer sur l'iris, soit des tumeurs épithéliales perlées, soit de véritables kystes. Dans de nouvelles expériences, j'ai pu réussir à greffer, dans les yeux d'un certain nombre de lapins et sur leur iris, des lambeaux de cornée, comprenant une moitié environ de l'épaisseur de cette membrane. La cornée à peine greffée, au dixième jour, j'ai vu se développer, au voisinage de cette greffe, de véritables kystes à parois translucides, très légèrement vascularisés au niveau de leur pédicule.

» Voici comment je procède à ces expériences : j'enlève avec un couteau de Beer un petit lambeau de cornée, de $0^m,004$ à $0^m,005$ de longueur sur $0^m,002$ à $0^m,003$ de largeur, au niveau de l'extrémité inférieure de cette membrane ; puis, après avoir ponctionné la cornée vers son extrémité supérieure, j'introduis ce lambeau de tissu dans la chambre antérieure de l'œil. Cette portion de cornée ne tarde pas à se greffer sur l'iris ; elle perd sa transparence et se vascularise à l'aide de vaisseaux qui lui viennent de l'iris.

» Dans plusieurs de mes expériences, j'ai vu se développer, au voisinage de la greffe, de véritables kystes à parois translucides et dont l'origine doit être certainement attribuée au tissu cornéen, anormalement implanté sur l'iris.

» Ces expériences peuvent avoir une grande importance dans la solution d'un problème de Physiologie pathologique, dont je cherche depuis longtemps la solution, l'étiologie des kystes et des tumeurs perlées de l'iris chez l'homme. Dans les traumatismes de l'œil avec plaie pénétrante de la cornée par des instruments peu tranchants, quand il se produit des kystes ou des tumeurs perlées de l'iris, on doit attribuer leur origine à la greffe sur cette membrane de parties de divers tissus que le traumatisme a violemment introduits dans l'œil, c'est-à-dire de petits lambeaux de peau, de conjonctive ou même de cornée.

» Les expériences dont je viens de donner le résumé prouvent que l'on peut attribuer à la greffe de cette dernière membrane sur l'iris un certain nombre des kystes iriens qui se développent chez l'homme consécutivement à des traumatismes de l'œil avec plaie pénétrante de la cornée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les solutions de continuité qui se produisent, au moment de la mue, dans le système apodémien des Crustacés décapodes.* Note de M. F. Mocquard, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Parmi les observateurs qui, depuis Réaumur et Collinson, se sont occupés de la mue des Crustacés supérieurs, quelques-uns, comme Couch et Rymer Jones, ont porté principalement leur attention sur les changements qui pouvaient survenir dans les rapports des différentes parties du squelette tégumentaire abandonné, sans découvrir, soit chez le Homard et le Tourteau, soit chez l'Écrevisse, la moindre déchirure dans le système apodémien. Même dans un travail récent, où la mue des Crustacés décapodes est l'objet d'une étude spéciale, M. Vitzou signale avec étonnement, chez le Homard, « l'intégrité des différentes parties » des anciens téguments; il constate que les « enveloppes des branchies, les *apodèmes*, les tendons, en un mot tout ce qui est formé de chitine, ont conservé leurs rapports ordinaires », et il étend ces faits aux autres Macroures.

» Il résulterait de ces observations que, chez ces derniers Décapodes en particulier, à part une fissure décrite par Couch dans la carapace du Homard, la déchirure de la bande membraneuse qui unit le bord postérieur de la carapace au premier anneau de l'abdomen et la fente observée par Réaumur le long des pinces chez l'Écrevisse seraient les seules lésions qu'éprouveraient les téguments rejetés au moment de la mue.

» Aucun des naturalistes que je viens de citer ne s'est demandé comment, chez les Macroures, où le système apodémien constitue un canal sternal, ce système pouvait se séparer intact, sans rompre en même temps la chaîne ganglionnaire et les vaisseaux contenus dans ce canal. C'est cependant ce qui arriverait nécessairement, si l'intégrité dont on parle était réelle. Mais, loin qu'il en soit ainsi, il se produit dans l'appareil apodémien de nombreuses solutions de continuité, que j'ai observées chez la Langouste et le Homard.

» Si l'on examine, en effet, la dépouille abandonnée par une Langouste lors de l'exuviation, on trouve rompues les arcades formées par les *mésophragmes* [1] et les arcs-boutants longitudinaux qui en dépendent, rompues également les *arcades endothoraciques* et les *branches paraphragmales*

---

[1] Nous adoptons la nomenclature établie par M. H.-Milne Edwards dans les *Annales des Sciences naturelles*, Zool., 3[re] série, t. XVI, p. 272; 1851.

des endosternaux. En d'autres termes, toutes les liaisons qui s'établissent entre les mésophragmes d'un côté et ceux de l'autre ou entre les mésophragmes d'un même côté, pour former la voûte du canal sternal, comme celles qui s'établissent entre les branches paraphragmales des endosternaux et les branches internes des endopleuraux, toutes ces liaisons, dis-je, sont détruites au moment de la mue. On remarque, en outre, que ce travail de désunion est préparé par une décalcification et un ramollissement préalables des parties qui en sont le siège.

» Chez le Homard (*Homarus vulgaris*), l'appareil apodémien est un peu différent; mais, de même que chez la Langouste, les mésophragmes se divisent sur la ligne médiane et les branches antérieures et postérieures des endopleuraux se séparent des branches mésophragmales et paraphragmales des endosternaux.

» Je n'ai pas eu l'occasion de continuer ces observations chez les Brachyures. Dans ce groupe, le canal sternal manque constamment, et Couch affirme que, chez le Tourteau, « le squelette interne tout entier est rejeté sans fracture »; cependant, la disposition des sinus veineux, dont l'ensemble forme ici, de chaque côté, un canal semi-circulaire qui passe à travers les trous intercloisonnaires, laisse prévoir qu'il se produit aussi, pendant la mue, des solutions de continuité dans le système apodémien de ces Décapodes. »

M. Gagnage adresse une Note relative aux propriétés antiseptiques du soufre et de quelques-uns de ses composés.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 janvier 1883.

A propos des algues fossiles; par le marquis de Saporta. Paris, G. Masson, 1882; in-4°. (Exemplaire sur papier de hollande, n° 3.) [Présenté par M. A. Gaudry.]

Mémoires de la Société géologique de France. 3e série, Tome deuxième. III. *Les Foraminifères de l'éocène des environs de Paris; par* M. TERQUEM. IV. *Recherches sur les Reptiles trouvés dans le gault de l'Est du bassin de Paris; par* M. H.-E. SAUVAGE. Paris, au local de la Société, rue des Grands-Augustins, 7, 1882; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

Mémorial de l'Artillerie de la Marine, t. X, 2e livr., texte et planches. Paris, Baudoin et Cie; 1882.

Aide-Mémoire d'Artillerie navale; texte, 2e livr. 1882. Paris, Baudoin, 1882; in-8°.

Le climat actuel de Montpellier comparé aux observations du siècle dernier; par M. E. ROCHE. Montpellier, typogr. Boehm, 1882; in-4°.

Traitement spécifique de la fièvre typhoïde par la méthode du Dr Brand (de Stettin); par FR. GLÉNARD. Lyon, impr. Vingtrinier, 1873; br. in-8°.

Traitement de la fièvre typhoïde par les bains froids; par FR. GLÉNARD. Lyon, J.-P. Mégret, 1874; br. in-8°.

Valeur antipyrétique de l'acide phénique dans le traitement de la fièvre typhoïde; par le Dr FR. GLÉNARD. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-8°.

(Ces trois derniers Ouvrages, présentés par M. Bouley, sont renvoyés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Résumé météorologique de l'année 1881 pour Genève et le grand Saint-Bernard; par KAMMERMANN. Genève, impr. Schuchardt, 1882; in-8°.

De la biochromatisation. Expériences; par P.-J. LAUJORROIS. Langres, impr. spéciale du *Spectateur*, 1883; br. in-8°. (4 exemplaires.)

L'homme préhistorique de l'âge de la pierre, sur les côtes du lac Ladoga; par M. INOSTRANZEFF. Saint-Pétersbourg, impr. Stassulewitch, 1882; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annali dell'Uffizio centrale di Meteorologia italiana; serie II, vol. II, 1880. Roma, tipogr. Bodoniana, 1882; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. F. **Perrier** donne lecture d'un Rapport dans lequel il rend compte à l'Académie de la mission qu'il a dirigée, pour l'observation du passage de Vénus, à Saint-Augustin (Floride), et fait connaître les principaux résultats obtenus.

Ce Rapport sera publié prochainement, avec ceux des autres missions envoyées par l'Académie.

M. le **Président** prend la parole, à la suite de cette lecture, et s'exprime comme il suit :

« L'Académie a pris le plus vif intérêt aux travaux concernant le passage de Vénus sur le disque du Soleil. Elle a suivi, avec une profonde sympathie, les astronomes qui allaient au delà des mers planter leur tente et dresser leur télescope dans les endroits reconnus les plus propices à l'étude du phénomène. Elle a partagé les émotions des observateurs s'abandonnant tour à tour à l'espoir de contempler le Soleil dans son éclat au moment où s'effectuerait le passage de la planète et la crainte de trouver, à l'heure at-

tendue, un ciel voilé qui laisserait inutiles tous les préparatifs, tous les efforts, toutes les peines. Aussi, en apprenant les heureux résultats obtenus dans les différentes missions, la joie a été générale parmi nous.

» Au nom de l'Académie, je félicite les officiers qui ont prêté leur concours à M. Perrier, notre confrère. Ils ne seront point oubliés : la Science garde le souvenir de ceux qui l'ont servie. J'ai la confiance que dans le XXIe siècle, en l'année 2004, lorsque se renouvellera le phénomène du passage de Vénus devant le Soleil, les astronomes de l'époque rendront hommage aux observateurs de 1874 et de 1882, qui auront légué de nombreux documents et des éléments de comparaison d'une rigoureuse précision. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les métasulfites*; par M. **Berthelot**.

« **1.** Le *métasulfite de potasse* s'obtient en saturant par le gaz sulfureux une solution concentrée de carbonate de potasse, soit à chaud, soit même à froid, et en desséchant à 120° le sel qui se sépare par cristallisation. Le sel anhydre, déjà signalé sous le nom de *bisulfite anhydre* par MM. Muspratt et Marignac, répond à la formule S^2O^5K (¹). Ce sel se distingue par sa chaleur de formation, par sa stabilité, par son aptitude à former des hydrates et même des dissolutions distinctes de celles du bisulfite normal, enfin par sa décomposition pyrogénée.

» **2.** *Transformation du bisulfite dissous en métasulfite.* — La formation immédiate du bisulfite de soude dissous

$$S^2O^4 \text{ dissous } (4^{\text{lit}}) + KO \text{ étendue } (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}})$$
$$= S^2O^4, KO, HO \text{ dissous, dégage} : +16^{\text{Cal}},6, \text{ vers } 13°;$$

cette dissolution, réagissant aussitôt sur un deuxième équivalent de potasse,

$$S^2O^4, KO, HO (1^{\text{éq}} = 6^{\text{lit}}) + KO (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}), \text{ à } 13°, \text{ dégage} : +15,2.$$

Mais le sel dissous ne demeure pas indéfiniment dans le même état. Si l'on

(¹) Voici l'analyse de deux échantillons, préparés le premier en desséchant à 120°, dans un courant de SO^2 sec, le sel préparé à froid; le second en desséchant ce dernier sel, à 120°, à l'air libre :

	I.	II.	Théorie.
SO^2	56,5	57,1	57,6
KO.............	43,3	42,7	42,4

Le soufre a été dosé sous forme de sulfate de baryte, après oxydation par le chlore dans un milieu alcalin. La potasse a été dosée sous forme de sulfate.

porte sa dissolution à 100°, afin d'en accélérer le changement, en opérant dans un vase clos et presque complètement rempli, on trouve après refroidissement que la liqueur saturée par la potasse dégage moins de chaleur qu'à l'origine (+12,9, par exemple, au lieu de +15,2).

» Le bisulfite récemment préparé sous forme de solution étendue change donc d'état dans ses dissolutions. Cette circonstance introduit dans l'étude thermique des réactions de l'acide sulfureux de grandes difficultés; à cause de l'incertitude qui règne soit sur l'état initial, soit sur l'état final des systèmes, toutes les fois que l'on ne part pas du gaz sulfureux ou des sulfites cristallisés, et que l'on n'effectue pas toutes les transformations dans une série continue de mesures calorimétriques.

» Comparons ces résultats numériques avec la chaleur dégagée par l'action de la potasse sur la dissolution du métasulfite, ce qui la ramène à l'état final de sulfite neutre : S^2O^5K dissous dans 4^{lit} d'eau, à 13°, et traité aussitôt par KO ($1^{éq} = 2^{lit}$), a dégagé : $+12^{Cal},7$.

» Dans d'autres essais, j'ai dissous directement le métasulfite dans la solution de potasse, ce qui a dégagé +6,90; cette quantité, jointe à la chaleur de dissolution (−5,7) prise avec le signe contraire, donne pour la chaleur de neutralisation : +12,6.

» 3. La dissolution du métasulfite, portée à l'ébullition, puis conservée pendant trois jours, a dégagé avec KO étendue : +12,5.

» Tous ces nombres concordent et montrent que le métasulfite est stable dans ses dissolutions.

» Au contraire, les dissolutions du bisulfite récemment préparé se transforment, surtout si on les chauffe, et elles arrivent à ne plus dégager avec la potasse, en redevenant sulfites neutres, que la même quantité de chaleur que le métasulfite. Ainsi le bisulfite dissous, conservé ou chauffé, parvient à la constitution du métasulfite.

» 4. *Chaleur de formation du métasulfite.* — Il est facile d'évaluer la chaleur dégagée pendant ce changement lent, toujours en admettant l'état final identique de sulfite neutre. C'est, en effet, la différence entre la chaleur dégagée par l'action de la potasse sur le métasulfite ($+12^{Cal},6$) et la chaleur dégagée par l'action de la potasse sur le bisulfite préparé immédiatement ($+15^{Cal},2$), soit

$$\text{Bisulfite } S^2O^4, KO, HO \text{ dissous} = S^2O^5K \text{ dissous} + HO \ldots\ldots \quad +2^{Cal},6.$$

» La déshydratation du sel est donc accompagnée d'un dégagement de

chaleur, circonstance qui explique la stabilité prépondérante du métasulfite et sa formation définitive dans les dissolutions.

» Il résulte encore de ces nombres la chaleur totale de formation du métasulfite dissous, depuis la potasse et l'acide sulfureux,

$S^2O^4(4^{lit}) + KO(2^{lit}) = S^2O^5K$ étendu, dégage....... $+31^{Cal},8 - 12^{Cal},6 = 19^{Cal},2$

valeur supérieure à la chaleur de neutralisation de tous les acides connus; ce qui s'explique, puisqu'elle comprend deux effets successifs. Les effets sont ici inverses de ceux qui se produisent avec le bisulfate de potasse anhydre, S^2O^7K, se transformant en bisulfate normal en présence de l'eau, avec dégagement de chaleur ($+1^{Cal},45$), après s'être dissous d'abord sans changement de constitution (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 445). Ce sont là des phénomènes dont il importera désormais de tenir compte dans l'étude de la chaleur de neutralisation des acides. Je compte étudier la transformation des métaphosphates et des pyrophosphates en phosphates normaux, par des méthodes analogues.

» 5. J'ai cru utile de vérifier que le métasulfite est ramené à l'état de sulfite neutre normal par la potasse. Dans ce but, aussitôt après l'action de l'alcali, accompagnée par la mesure de la chaleur résultante, j'ai traité la liqueur par $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique étendu. La somme des deux effets thermiques, dus à la potasse, puis à l'acide chlorhydrique, a été trouvée précisément égale à la chaleur de neutralisation de l'acide chlorhydrique par la potasse, soit $+14^{Cal},0$ à 10° : ce qui prouve que l'état initial se reproduit, sans qu'aucune transformation auxiliaire ait ajouté ses effets à la formation du chlorure de potassium. Cette vérification a été faite :

» 1° Avec le métasulfite hydraté, dissous au moment même;

» 2° Avec le même sel anhydre;

» 3° Avec le bisulfite dissous, porté préalablement à 100°;

» 4° Avec le sulfite neutre cristallisé, dissous, puis traité en sens inverse, d'abord par l'acide chlorhydrique, puis par la potasse.

» 6. La diversité entre le bisulfite récent et le métasulfite peut être également reconnue par l'acide chlorhydrique.

(1) Bisulfite préparé à l'instant (S^2O^4, KO, HO) [$1^{éq} = 6^{lit}$)] + HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 13°. $-0,26$
(2) Métasulfite sec, S^2O^5K, dissous dans HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$)....................... $-7,41$

ce qui ferait pour la dissolution aqueuse du même sel : $-7,41 + 5,62 = -1,79$.

Dans les deux cas, il y a un partage, qui dépend de l'état de dissociation

des sels dissous; mais la diversité des chiffres (— 0,26 et — 1,79) accuse la diversité des dissolutions initiales; le bisulfite se changeant partiellement en métasulfite, avec un dégagement de chaleur qui compense la chaleur absorbée par la réaction de l'acide sur ce dernier sel.

» 7. *Hydrates du métasulfite.* — En sursaturant de gaz sulfureux une solution concentrée de carbonate de potasse, à basse température, on obtient soit du premier coup, soit par addition d'alcool, un composé cristallisé regardé jusqu'ici comme le bisulfite normal, répondant à la formule S^2O^4, KO, HO. Sans contester aucunement l'existence d'un semblable bisulfite, lequel répond exactement aux analyses de Rammelsberg, je dois dire que les composés que j'ai obtenus, même en opérant avec une liqueur soigneusement refroidie vers 8°, renferment notablement moins d'eau que la formule n'en exige. Voici des analyses :

	Cristaux formés directement.	Eau mère des précédents par l'alcool.	Autre préparation faite vers 10°.	D'après la formule S^2O^4, KO, HO.	S^2O^4, KO, $\frac{1}{2}$HO.	$\frac{1}{3}$HO.
KO...	41,6	41,3	41,2	39,3	40,8	41,3
SO^2...	55,8	54,5	55,1	53,3	55,3	56,1
Eau...	2,6	4,2	3,7 (1)	7,4	3,9	2,6

» Déjà l'analyse de M. de Marignac indiquait des nombres trop faibles pour l'eau, trop forts pour les autres éléments :

KO	40,2
SO^2	54,6
Eau	5,2

» Un tel corps n'est assurément pas le bisulfite normal. Ce qui le prouve tout à fait, c'est que cet hydrate, loin de perdre aisément par la chaleur son excès d'acide, à la façon du bicarbonate de potasse, perd uniquement son eau à 120° et devient anhydre en conservant tout son acide sulfureux.

» Nous allons trouver la confirmation de ces résultats dans les chaleurs de dissolution comparées du sel anhydre et du sel hydraté :

» 8. *Chaleur de dissolution :*

S^2O^5K anhydre + eau (1 p. + 40 p.), à 10°	— 5,69; — 5,69 (2).
» » à 13°......	— 5,62; — 5,61; — 5,62
$S^2O^5K\,\frac{1}{2}$HO + eau, à 13°	— 5,68
$S^2O^5K\,\frac{1}{3}$HO (3) + eau, à 10°	— 5,52

(1) Perte à 120° : 3,45.

(2) Chaque nombre représente deux mesures. Cinq préparations différentes.

(3) Ces rapports traduisent les chiffres bruts obtenus à l'analyse.

» On voit que la chaleur de dissolution du sel anhydre et celle des sels hydratés est la même; comme si l'eau était simplement adhérente par capillarité et non combinée.

» Le métasulfite récemment dissous éprouve en outre des changements de constitution, qui se traduisent par une ascension très sensible du thermomètre dans l'espace de quelques minutes.

» 9. *Chaleur de formation du métasulfite :*

$S^2 + O^4 = S^2O^4$ gaz	+ 69,2
Dissolution	+ 8,3
$K + O = KO$ dissoute	+ 82,3
Union	+ 19,2
Séparation du sel anhydre	+ 5,7
$S^2 + O^5 + K$	+184,7
S^2O^4 gaz + KO anhydre	+ 66,9
SO^2 gaz + SO^3K solide	+ 13,8

» 10. *Décomposition pyrogénée du métasulfite.* — L'action de la chaleur constitue l'un des caractères les plus frappants du métasulfite. En effet, le métasulfite sec ne perd pas d'acide sulfureux, même à 150°. Si on le porte vers le rouge sombre, il dégage cependant de l'acide sulfureux, mais *sans régénérer à aucun moment de sulfite neutre* et en se changeant nettement et entièrement en sulfate de potasse et soufre sublimé,

$$2S^2O^5K = 2SO^4K + SO^2 + S.$$

» J'ai vérifié cette équation par des mesures exactes. En effet, il se dégage de l'acide sulfureux : or le volume de ce gaz indiqué par la formule est la *moitié* de la réaction normale d'un bisulfite

$$S^2O^5K = SO^3K + SO^2.$$

» Le sulfite neutre devrait se détruire d'ailleurs à son tour en sulfate et sulfure. Or, j'ai vérifié, en opérant dans une atmosphère d'azote sec, avec un échauffement progressif et en recueillant à mesure les gaz, afin d'en empêcher les réactions ultérieures sur les sels restants :

» 1° Que le volume du gaz sulfureux est précisément la moitié du volume exigé par la seconde formule (bisulfite normal);

» 2° Que le sel résidu est constitué par du sulfate à peu près pur, n'exerçan qu'une action insignifiante sur une solution d'iode.

» 11. Ces réactions caractérisent très nettement le métasulfite. Ce sel, par

sa stabilité et ses réactions, offre avec le bisulfite normal des relations analogues à celles qui distinguent les éthylsulfites proprement dits : C^4H^5O, KO, S^2O^4, obtenus dans la décomposition de l'éther sulfureux par les alcalis, et les éthylsulfites : $C^4H^5S^2O^5, KO$ (autrement dit hydréthylsulfates) obtenus par l'oxydation des sulfures d'éthyle.

» 12. Dressons maintenant la liste d'un certain nombre de sels dérivés des acides du soufre connus jusqu'à ce jour, en y joignant leur chaleur de formation depuis les éléments.

Bisulfure : S^2K	+53	Sulfure : S^2K^2	+102,2
....	....	....	....
Hyposulfite : S^2O^3K	+133,7	....	....
....	....	....	....
Métasulfite : S^2O^5K	+184,6	Sulfite : $S^2O^6K^2$	+272,6
Hyposulfate : S^2O^6K	+205,7	....	....
Bisulfate (métasulfate) : S^2O^7K	+236,6	Sulfate : $S^2O^8K^2$	+342,2
Persulfate : S^2O^8K	»	....	....

» On voit que le métasulfite forme une série régulière avec l'hyposulfite et le métasulfate. On aperçoit aussi la progression des chaleurs de formation, qui croissent proportionnellement au poids de l'oxygène fixé, conformément à la remarque faite par Dulong pour les deux oxydes d'étain.

O^3 fixé sur S^2K dégage en effet	$3 \times 26,8$
O^2 fixé sur S^2O^3K formant S^2O^5K	$2 \times 25,5$
O^2 fixé sur S^2O^5K formant S^2O^7K	2×26
O fixé sur S^2O^5K formant S^2O^6K	21,1
O^6 fixé sur S^2K^2	$6 \times 28,4$
O^2 fixé sur S^2O^6K	$2 \times 25,2$ »

THERMOCHIMIE. — *Sur le séléniure d'azote*; par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« M. Verneuil ayant eu l'obligeance de nous remettre, avec beaucoup de libéralité, un échantillon de séléniure d'azote, nous avons déterminé la chaleur dégagée par l'explosion de cette dangereuse substance. En opérant, comme avec le sulfure d'azote, deux essais, chacun sur 3^{gr} :

$$AzSe^2(93^{gr}) = Az + Se^2 : +42,9 \text{ et } +42,4; \quad \text{moy.} : +42,6.$$

» A pression constante, on aurait : + 42,3;

» Le volume de l'azote : 14,7 centièmes au lieu de 15,0 (1).

(1) L'azote était mêlé avec un quart de son volume de gaz étrangers : acides sélén-

» Le séléniure d'azote est donc formé avec absorption de chaleur (— 42,3); de même que ses congénères, le sulfure d'azote (— 31,9) et le bioxyde d'azote (— 21,6): la chaleur absorbée croissant avec l'équivalent, conformément à des relations très générales. (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 391.) »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les caractères des courants induits résultant des mouvements réciproques de deux corps magnétiques parallèlement à leur axe.* Note de M. Th. du Moncel.

« Si l'on promène longitudinalement devant un électro-aimant droit, dont l'hélice est mise en rapport avec un galvanomètre, l'un des pôles d'un aimant permanent, on développe successivement trois courants induits : un premier qui résulte du rapprochement du pôle inducteur et qui correspond à un courant *inverse ou d'aimantation*, un second qui résulte du mouvement accompli par l'inducteur d'un bout à l'autre de l'électro-aimant et qui est de sens contraire au premier, et un troisième qui se manifeste au moment de l'éloignement du pôle inducteur et qui, quoique de même sens que le premier, est *direct* ou correspondant à un effet de désaimantation. Celui-ci est de même sens que le premier, parce que, l'action étant effectuée dans les deux cas sur des bouts différents de l'électro-aimant, les effets qui devraient être inverses se trouvent par cela même redressés. Si maintenant on fait accomplir au pôle inducteur un grand mouvement comprenant la somme des trois mouvements que nous venons d'analyser, le galvanomètre n'indique *qu'un seul courant dont le sens correspond à celui qui est produit par le pôle inducteur voyageant d'un bout à l'autre du noyau* et qui est le plus fort, parce qu'il résulte d'une réaction effectuée plus près du noyau magnétique de l'électro-aimant et qu'il se développe avec une même intensité pendant toute la course du pôle inducteur. Ce courant appartient à la classe de courants que j'ai désignés sous le nom de courants d'*interversions polaires*.

» Si l'on polarise le noyau de fer de l'électro-aimant droit des expériences précédentes, en le mettant en contact avec l'un des pôles d'un

---

hydrique et carbonique (8), oxyde de carbone (12), hydrogène (7); ces gaz proviennent en partie des impuretés du séléniure, corps amorphe et insoluble, et en partie d'un accident d'expérience, dû au graissage de la bombe. Cela fait 3 à 4 centièmes d'impuretés. M. Verneuil en signale d'ailleurs à peu près 3 dans ses analyses.

électro-aimant ou d'un aimant puissant, et que l'on répète les expériences indiquées précédemment, on reconnaît que *cette polarisation n'exerce aucune influence sur le sens des courants induits développés;* leur intensité seule varie, étant moins grande quand les pôles opposés l'un à l'autre dans le mouvement de l'inducteur sont de même nom, et plus grande quand ces pôles sont de noms contraires. *La nature seule du pôle inducteur ou le sens de l'enroulement de l'hélice de l'électro-aimant induit exerce une action sur le sens des courants,* et l'on peut s'assurer que c'est bien à une action de polarité de l'inducteur que sont dus ces effets : car, si l'on substitue à l'aimant inducteur un morceau de fer doux, on reconnaît que les courants qui sont produits en répétant les expériences précédentes *varient de sens suivant les polarités du noyau de l'électro-aimant.*

» Il résulte de là que la polarisation d'un noyau de fer immobilise une certaine quantité de magnétisme, qui reste par conséquent indifférente aux excitations dynamiques provoquées par des réactions magnétiques extérieures, et qui n'est influencée que quand, pouvant réagir sur l'inducteur lui-même, qui en surexcite l'énergie, elle peut le polariser à son tour, de manière que l'action et la réaction s'effectuent dans un sens concordant. Ce qui est curieux, c'est qu'*un très faible aimant peut déterminer les actions que nous avons exposées en premier lieu,* actions qui, comme on le voit, sont très différentes de celles exercées par le fer doux.

» Une conséquence que l'on peut tirer de ce genre d'effets, c'est que les courants induits dus au rapprochement de l'inducteur du noyau polarisé sont de même sens que le courant qui a provoqué l'aimantation de celui-ci quand les pôles opposés l'un à l'autre, au moment de ce rapprochement, sont de même nom, ce qui est l'inverse des cas ordinaires d'induction magnéto-électrique. Cette circonstance pourrait peut-être expliquer pourquoi, dans l'électromoteur de M. Griscom, le moteur bénéficie des courants induits qui s'y trouvent développés.

» J'ai voulu m'assurer si les effets précédents étaient les mêmes avec un système électromagnétique *fermé* et avec un système électromagnétique *ouvert*, et, pour cela, j'ai polarisé l'électro-aimant droit, tantôt par un seul pôle, tantôt par les deux à la fois. Dans ce dernier cas, j'introduisais mon électro-aimant droit entre les pôles d'un électro-aimant en fer à cheval disposé à cet effet. Le système était alors *fermé*, et, quand l'électro-aimant touchait par une seule de ses extrémités l'un des pôles du même électro-aimant en fer à cheval, le système était *ouvert*. Or, en répétant les expériences décrites précédemment, j'ai reconnu que les effets, quant aux

sens des courants induits provoqués, étaient toujours les mêmes, mais que les intensités relatives des courants étaient très différentes. Ainsi les courants dus au rapprochement de l'inducteur qui, avec des pôles de noms contraires en présence et le système magnétique ouvert, sont plus énergiques que quand ces pôles sont de même nom, deviennent au contraire les moins énergiques avec le système magnétique fermé; un effet analogue se manifeste quand on agit sur le système non polarisé. Les courants dus au rapprochement sont alors d'une intensité presque double avec le système ouvert qu'avec le système fermé, ce que l'on comprend du reste facilement si l'on considère qu'avec le système ouvert la magnétisation par influence ne s'effectue que sur le noyau recouvert par l'hélice, tandis qu'elle se divise entre les deux noyaux avec le système fermé.

» Quand, au lieu de réagir sur le système électromagnétique complet, c'est-à-dire sur le système pourvu du noyau de fer, on fait agir le pôle inducteur sur l'hélice seule de l'électro-aimant droit, les effets que nous avons analysés en premier lieu se retrouvent, mais les courants induits produits ne donnent lieu qu'à des déviations galvanométriques à peine appréciables, 2° à 3°, et le courant résultant des trois mouvements combinés est à peu près nul, ce qui montre que l'action de l'aimant sur le fil est infiniment moindre que l'action de l'aimant sur le système magnétique qui occupe le centre de l'hélice. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les unités complexes.* Note de M. L. KRONECKER. (Suite.)

« 9. Pour obtenir les résultats concernant les unités complexes, nous ferons $n = \nu = \lambda$; nous supposerons que les coefficients de $P(z)$ étaient des nombres entiers, le coefficient de z^n étant égal à l'unité, et nous prendrons pour $z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha$ les puissances successives $z^{n-1}_\alpha, z^{n-2}_\alpha, \ldots, z^0_\alpha$ de z_α, ou plus généralement un système fondamental d'une *espèce* de nombres algébriques entiers du *genre* z_α; nous savons alors (*Crelle*, t. XCII, p. 13, 20 et 99) que chaque fonction entière à coefficients entiers de $z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha$ peut s'exprimer en fonction homogène linéaire à coefficients entiers de ces mêmes $z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha$.

» Ceci posé, $M = 1$, $\theta_1\theta_2\ldots\theta_n = t_1 t_2 \ldots t_n$, et la limite inférieure du nombre des expressions (c_ρ, z^k_α) est donnée par $E\left[\frac{(rt)^n - 1}{\theta_1\theta_2\ldots\theta_n}\right]$. Il faut

donc choisir les θ de manière à satisfaire à la condition

$$\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_n \leqq (rt)^n - 1.$$

Cette dernière est vérifiée si, p désignant le produit $(rt)^n \frac{S_1 S_2 \ldots S_n}{\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_n}$, nous prenons pour p un nombre arbitraire plus grand que $S_1 S_2 \ldots S_n$.

» Mais les inégalités du § 6 nous donnent pour $\nu = n$, $\lambda = 1$ les suivantes :

$$\frac{1}{p} \frac{rt S_\alpha}{\theta_\alpha} < |(c_\rho, z_\alpha)| < \frac{rt S_\alpha}{\theta_\alpha} \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, n).$$

Le produit de leurs limites supérieures est p; nous aurons donc aussi

$$1 \leqq \prod_\alpha |(c_\rho, z_\alpha)| < p \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, n),$$

résultat que nous aurions pu obtenir directement en posant $n = \nu = \lambda$ dans les inégalités du § 6.

» Si maintenant nous posons $\theta_\alpha = r_\alpha t^{1+\sigma_\alpha}$, et si q désigne un nombre quelconque plus petit que $\frac{1}{p}$, nous aurons

$$q \frac{r S_\alpha}{r_\alpha} t^{-\sigma_\alpha} < |(c_\rho, z_\alpha)| < \frac{r S_\alpha}{r_\alpha} t^{-\sigma_\alpha} \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, n),$$

où les σ sont des nombres arbitraires, égaux lorsque les θ correspondants sont égaux et soumis à la condition $\sigma_1 + \sigma_2 + \ldots + \sigma_n = 0$, parce que $t^{\sigma_1 + \sigma_2 + \ldots + \sigma_n}$ est égal à $\frac{r^n S_1 S_2 \ldots S_n}{p r_1 r_2 \ldots r_n}$, et que cette fraction est, par définition, indépendante de t.

» Nous obtenons ainsi une approximation simultanée dans un sens plus général que dans le paragraphe précédent, car nous venons de déterminer des systèmes c_ρ qui nous donnent des valeurs $|(c_\rho, z_\alpha)|$ d'un ordre $(-\sigma_\alpha)$, arbitrairement fixé pour chaque α.

» De ce résultat nous pouvons déduire un système d'inégalités se prêtant particulièrement à l'objet que nous avons en vue. Nous choisissons, à cet effet, la valeur réciproque de t égale à une puissance entière et positive τ de q, ce qui nous permet d'écrire l'inégalité précédente sous la forme

$$\frac{r}{r_\alpha} S_\alpha q^{\tau\sigma_\alpha + 1} < |(c_\rho, z_\alpha)| < \frac{r}{r_\alpha} S_\alpha q^{\tau\sigma_\alpha}.$$

Les nombres arbitraires $q, r, r_1, r_2, \ldots, r_n$ sont soumis à l'unique condition

$$qS_1 S_2 \ldots S_n \leqq \frac{r_1 r_2 \ldots r_n}{r^n} < 1;$$

chaque S_α dépend des $z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha$ correspondants, et τ doit être pris assez grand pour que la condition $(rt)^n - 1 \geqq r_1 r_2 \ldots r_n t^n$ ou bien $r^n - r_1 r_2 \ldots r_n \geqq q^{\tau n}$ soit vérifiée. Les σ sont arbitraires pourvu que leur somme soit nulle. Nous prendrons

$$\begin{array}{llllll}\sigma_1 = 1, & \sigma_2 = 0, & \sigma_3 = \sigma_4 = \ldots = \sigma_{n-2} = 0, & \sigma_{n-1} = 0, & \sigma_n = -1; \\ \sigma_1 = 1, & \sigma_2 = 1, & \sigma_3 = \sigma_4 = \ldots = \sigma_{n-2} = 0, & \sigma_{n-1} = 0, & \sigma_n = -2; \\ \sigma_1 = 1, & \sigma_2 = 1, & \sigma_3 = \sigma_4 = \ldots = \sigma_{n-2} = 0, & \sigma_{n-1} = -1, & \sigma_n = -1,\end{array}$$

suivant que toutes les racines z_α sont réelles, ou que deux z_α seulement, z_1 et z_2, sont imaginaires conjuguées, ou enfin que, outre z_1 et z_2, z_{n-1} et z_n, au moins, sont imaginaires conjuguées.

» Si alors nous désignons, avec Lejeune-Dirichlet (1846), par h le nombre de racines z_α, différentes en valeur absolue, il est bien facile de voir que pour $(h-2)$ des expressions $|(c_\rho, z_\alpha)|$, correspondant aux h valeurs $|z_\alpha|$, les σ sont nuls. Nous avons donc $(h-2)$ expressions $|(c_\rho, z_\alpha)|$ pour lesquelles les limites $\frac{r}{r_\alpha} S_\alpha q$ et $\frac{r}{r_\alpha} S_\alpha$ sont indépendantes de τ. Pour $|(c_\rho, z_1)|$, nous avons, au contraire,

$$\frac{r}{r_1} S_1 q^{\tau+1} < |(c_\rho, z_\alpha)| < \frac{r}{r_1} S_1 q^\tau.$$

Comme les intervalles donnés par cette dernière inégalité sont différents pour deux valeurs différentes de l'entier τ, et que nous pouvons donner à τ une infinité de valeurs, nous obtenons un nombre infini d'expressions différentes (c_ρ, z_1). D'ailleurs, toutes ces expressions ont une norme plus petite que $\frac{1}{q}$, en valeur absolue. Il y en a donc un nombre infini qui ont même norme et sont congrues entre elles suivant un module fixé arbitrairement. Si maintenant nous prenons ce module égal au produit de tous les nombres plus petits que $\frac{1}{q}$, nous obtenons un nombre infini de nombres complexes (c_ρ, z_α) divisibles l'un par l'autre. Leurs quotients (c_ρ, z_α) sont des *unités complexes*, dont les valeurs absolues sont comprises entre les quo-

tients des limites des expressions $|(c_\rho, z_\alpha)|$, q et $\frac{1}{q}$, ou, si l'on veut

$$\frac{r_1 r_2 \ldots r_n}{r^n S_1 S_2 \ldots S_n} \quad \text{et} \quad \frac{r^n S_1 S_2 \ldots S_n}{r_1 r_2 \ldots r_n}.$$

Ainsi :

» Dans chaque espèce de nombres algébriques, il y a un nombre infini » d'unités ayant chacune, en valeur absolue, toutes ses conjuguées, à » l'exception de deux, comprises entre des limites finies. » C'est la démonstration de ce théorème que j'avais en vue. Le résultat de Lejeune-Dirichlet (1846) s'en déduit à l'aide des considérations bien simples que j'ai développées dans ma Thèse de 1845.

» **10.** En nous appuyant sur les § 10 à 12 de cette Thèse, *De unitatibus complexis*, nous démontrerons successivement :

» 1° Qu'il n'y a qu'un nombre fini d'unités dont plus de $(h-2)$ valeurs absolues conjuguées sont comprises entre des limites finies;

» 2° Qu'il y a donc, parmi les unités complexes (a_ρ, z_α) du théorème précédent, $(h-1)$ qui sont *indépendantes* (Lejeune-Dirichlet, 1846);

» 3° Que, parmi les systèmes indépendants, il y a une infinité de systèmes *fondamentaux*.

» Rappelons que l'on nomme *indépendantes* les unités complexes

$$\text{(A)} \qquad |(a_1, z_\alpha)|,\ |(a_2, z_\alpha)|,\ \ldots,\ |(a_g, z_\alpha)| \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, n),$$

lorsque le produit

$$\text{(B)} \qquad |(a_1, z_\alpha)^{m_1}(a_2, z_\alpha)^{m_2}\ldots(a_g, z_\alpha)^{m_g}| \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, n)$$

est différent de l'unité pour *tous* les systèmes $m_1, m_2, \ldots, m_g$ différents de zéro, et que la suite (A) représente, pour $g = h-1$, un système *fondamental* lorsque l'expression (B) nous donne toutes les unités de l'espèce $(z'_\alpha, z''_\alpha, \ldots, z^{(n)}_\alpha)$, les m étant entiers.

» I. En fixant des limites pour $(h-1)$, valeurs absolues conjuguées d'une unité complexe (a, z_α), nous limitons les valeurs de ses coefficients, et, par suite, le nombre de systèmes des entiers $a', a'', \ldots, a^{(n)}$.

» II. Le théorème du § 9 nous donne une suite infinie $|(a_\rho, z_\alpha)|$. Considérons, parmi ces unités, celles que l'on peut exprimer par un produit de puissances de g unités indépendantes, choisies arbitrairement. Pour déterminer les exposants de ces puissances, il suffit de choisir g conjuguées de l'unité à représenter. Si g est plus petit que $(h-1)$, nous pouvons prendre les g unités conjuguées parmi celles dont les valeurs absolues sont

comprises entre des limites finies; alors les exposants eux-mêmes et, par suite, toutes les h valeurs conjuguées restent finies. Mais nous venons de démontrer que ces unités ne sont pas en nombre infini. Ainsi, si g est plus petit que $(h-1)$, nous pouvons sûrement trouver, dans la suite infinie (a_ρ, z_α), une unité qui forme avec les g précédentes un système indépendant.

» III. *Toute* unité $|(a, z_\alpha)|$ de l'espèce considérée peut être exprimée par l'expression (B) dans le cas où $g = h - 1$; on a donc

$$|(a, z_\alpha)| = |(a_1, z_\alpha)^{m_1}(a_2, z_\alpha)^{m_2}\ldots(a, z_\alpha)^{m_{h-1}}| \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, h),$$

car, si nous déterminons $m_1, m_2, \ldots, m_{h+1}$ à l'aide de $(h-1)$ de ces h équations, la dernière est également vérifiée.

» Les exposants m sont nécessairement rationnels; en effet, s'il en était autrement, nous obtiendrions, en nombre infini, des unités

$$|(a_1, z_\alpha)|^{\mu m_1 - r_1^{(\mu)}} |(a_2, z_\alpha)|^{\mu m_2 - r_2^{(\mu)}} \ldots |(a_{h-1}, z_\alpha)|^{\mu m_{h-1} - r_{h-1}^{(\mu)}} \quad (\mu = 1, 2, 3, \ldots),$$

toutes comprises entre des limites finies, pour des entiers tels que $0 \leqq \mu m_k - r_k < 1$.

» Les exposants seront entiers si l'on prend pour indépendantes : 1° l'une des expressions (B), dans laquelle le nombre rationnel m_1 est minimum ; 2° l'une des expressions (B) dans laquelle, m_1 étant nul, m_2 est minimum, etc. De cette manière, on parvient à un système fondamental; il est facile d'en déduire une infinité d'autres.

» Supposons que $(a_1, z_\alpha), (a_2, z_\alpha), \ldots, (a_{h-1}, z_\alpha)$ forment un système fondamental. Comme alors une unité quelconque (a, z_α) satisfait à une relation

$$|(a, z_\alpha)| = |(a_1, z_\alpha)^{m_1}(a_2, z_\alpha)^{m_2}\ldots(a_{h-1}, z_\alpha)^{m_{h-1}}| \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, n),$$

dans laquelle les m sont entiers, les n unités conjuguées,

$$(a, z_\alpha)^{-1}(a_1, z_\alpha)^{m_1}(a_2, z_\alpha)^{m_2}\ldots(a_{h-1}, z_\alpha)^{m_{h-1}} \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, n)$$

sont, en valeur absolue, égales à 1. Or, j'ai démontré (*Journal de Crelle*, t. 53, p. 173) que « les racines de l'unité sont les seuls nombres algébriques » dont les valeurs absolues conjuguées soient toutes égales à 1. » Nous obtenons donc le théorème de Lejeune-Dirichlet.

» Toute unité d'une espèce donnée dont le nombre de conjuguées en valeur absolue est h peut être représentée par $(h-1)$ unités fondamentales et une racine de l'unité, contenue dans l'espèce, en élevant chacun de ces éléments à une puissance entière et en formant leur produit.

» Lejeune-Dirichlet fait remarquer que ce théorème donne la solution *complète*, en nombres entiers w, de l'équation $\mathrm{N}m(w, z_\alpha) = 1$. Je ferai observer cependant qu'on suppose connus $(h - 1)$ systèmes de n nombres fondamentaux w; alors seulement le théorème précédent permet de former rationnellement tous les nombres w; mais il n'est pas démontré qu'en général on ne peut y parvenir à l'aide d'un nombre moindre de systèmes fondamentaux. Ce point demande d'autant plus d'être éclairci que, dans le cas des équations abéliennes, il suffit toujours de connaître deux systèmes de n nombres fondamentaux w, comme je l'ai montré dans ma Thèse, à laquelle je renverrai pour plus de détails. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Mathématiques devenue vacante au Collège de France, par suite du décès de M. *Liouville*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 49,

M. C. Jordan obtient . . . . 41 suffrages
M. Laguerre » . . . . 5 »

Il y a trois bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 41,

M. Laguerre obtient . . . . . 41 suffrages.

En conséquence, la liste adressée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . . M. C. **Jordan**
En seconde ligne. . . . . . M. **Laguerre**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Théorie des actions électrodynamiques les plus générales qui puissent être observées.* Mémoire de M. **P. Le Cordier**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, Resal, C. Jordan.)

« Le présent Mémoire a pour objet d'établir, avec plus de rigueur qu'on ne l'a fait jusqu'ici, les formules découvertes par Ampère, et représentant l'action électrodynamique la plus générale que l'on puisse observer sur un élément linéaire de courant fixe, d'intensité constante, et ne faisant pas partie du système agissant. Celui-ci pourra comprendre des courants fermés, des aimants, et le magnétisme terrestre.

» En créant l'Électrodynamique, Ampère a résolu un problème plus général, celui de l'action mutuelle de deux éléments de courants linéaires : puis Grassmann et M. Reynard en ont proposé une solution différente. Le désaccord disparaît, quand on calcule la résultante des actions de tous les éléments d'un contour fermé sur un élément de courant ; mais les données seules de l'expérience peuvent le faire disparaître indépendamment de toute hypothèse : je n'en connais pas de démonstration plus ancienne que celle que j'ai donnée en 1874, et que je reproduis dans ce Mémoire.

» Deux méthodes sont successivement employées : la première repose, comme celle d'Ampère, sur les cas d'équilibre les plus simples, et la seconde sur des données expérimentales incontestables : Weber a vérifié, en effet, avec beaucoup de précision, que les actions mutuelles de deux courants fermés linéaires sont celles qu'Ampère a fait connaître. Des vérifications ultérieures ont prouvé que les actions d'un aimant et du magnétisme terrestre sur un courant fermé sont aussi celles qui résultent des formules d'Ampère. Cela posé, la seconde méthode exige uniquement que l'on admette, comme dans la première, que l'action cherchée se réduit à une force unique, appliquée à l'élément qui la reçoit. La seconde est actuellement la meilleure, au point de vue de la certitude des données expérimentales ; mais la première sera préférable, quand deux anciennes expériences auront été refaites avec toute la précision désirable : elle établira les mêmes formules avec la même rigueur et plus de généralité.

» L'action est calculée en fonction explicite du potentiel du système agissant, potentiel dont l'existence est démontrée dans tous les cas, mais dont la forme n'est trouvée que dans celui où le système se réduit à un courant fermé linéaire. Le calcul des potentiels d'un aimant et du magnétisme terrestre sera fait dans un autre Mémoire.

» Les axes étant supposés fixes, ainsi que la ligne fermée et rigide d'un courant, son potentiel est une fonction périodique des coordonnées, c'est-à-dire se décompose en deux parties : l'une bien définie, infiniment petite à l'infini, et identique avec le potentiel d'un système fictif, qu'on appelle un *feuillet magnétique;* l'autre, $\pm 4m\pi I'$, dans laquelle I' désigne l'intensité du courant et *m* un nombre entier. Cette périodicité résulte de ce qu'un courant exerce sur le pôle nord d'un solénoïde (il faudrait dire d'un aimant, s'il en était question dans ce Mémoire) une force dont le travail est toujours positif, quand le pôle se déplace vers la gauche du courant. Ainsi un courant électrique permanent peut entretenir un travail perpétuel : propriété qui prouve par elle-même, comme on le sait d'ailleurs, que l'entretien d'un pareil courant exige un certain travail perpétuel.

» On obtient une autre propriété importante de la même *force directrice* d'Ampère, en la considérant comme la vitesse d'un fluide fictif; elle satisfait à l'équation différentielle exprimant que ce fluide est incompressible, et par suite définit ce qu'on appelle le *flux de force* envoyé dans l'espace par le système agissant. On sait que la diminution de ce flux exprime le travail des actions qui solliciteraient un courant linéaire fermé, mobile dans un champ de force donné, si ces actions conservaient, dans chaque position successive, les valeurs qu'on observe au repos. La relation entre le travail et le flux de force, s'appliquant à un courant mobile dans un milieu magnétique, conduira à un résultat nouveau dans un autre Mémoire : les deux hypothèses des fluides magnétiques et des courants moléculaires y seront discutées; et la première, qui donne pour les courants induits dans le fer doux une intensité pouvant être jusqu'à 500 fois plus petite que l'intensité donnée par la seconde, sera rejetée comme contraire à l'observation.

» Voici les résultats des deux expériences qu'il faudrait refaire, pour démontrer dans toute leur généralité les principes invoqués dans la première méthode.

» 1. L'action d'un système fixe et permanent, susceptible de comprendre des courants fermés, des aimants et le magnétisme terrestre, ne peut faire

tourner un arc circulaire de rhéophore, mobile dans son plan autour de son centre.

» 2. Elle ne peut faire tourner autour de son axe de révolution un fil cylindrique, parcouru longitudinalement par un courant.

» La détermination de l'action du système sur un élément de courant I.BC, d'intensité I et de longueur BC, est un problème à six inconnues : cette action étant réductible à une force appliquée en B et à un couple, soient X, Y, Z les composantes de la force et L, M, N celles du couple, quand on prend B pour origine et la tangente BD pour axe des x. Il résulte des équilibres (1) et (2) que les six inconnues se réduisent à deux, Y et Z, c'est-à-dire que les quatre autres sont nulles. Voici comment cette réduction peut se faire, en apportant, dans la démonstration que j'en ai donnée en 1874, une simplification que M. Maurice Lévy a bien voulu indiquer, dans son cours du Collège de France.

» L'action du système, ne pouvant faire tourner autour de son axe de révolution OH l'arc circulaire AB d'Ampère, quelle qu'en soit la longueur, ne peut faire tourner AC, ni l'élément BC, ni l'élément rectiligne BD de la tangente en B, qui peut être pareillement substituée à tout arc infiniment petit tangent en B, quels qu'en soient le plan et le rayon. Donc le système ne peut faire tourner l'élément de courant I.BD autour d'aucun axe OH, situé dans le plan qui lui est perpendiculaire au point B, et ne passant pas par ce point : mais la continuité écarte cette restriction; et l'action, nécessairement réductible à une force appliquée en B et à un couple, doit avoir un moment nul par rapport à cet axe, ce qui démontre, quand l'axe passe par B, que le couple est dans le plan normal, et quand il n'y passe pas, que la force est dans ce même plan.

» L'équilibre (2) démontre ensuite que le couple est nul. »

AÉROSTATION. — *Sur la construction d'un propulseur dynamo-électrique, destiné à un aérostat allongé;* par M. G. TISSANDIER.

(Commissaires : MM. Faye, Dupuy de Lôme, Janssen.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 1er août 1881, une première Note sur les applications des moteurs dynamo-électriques à la navigation aérienne. A la suite de nombreuses expériences exécutées depuis cette époque, j'ai réalisé la construction d'un moteur que mon frère A. Tissandier et moi, nous avons le projet de faire fonctionner à l'air libre dans un aérostat allongé, de 900^{mc} à 1000^{mc}.

» Ce moteur se compose de trois parties distinctes :

» 1° D'un propulseur à deux palettes hélicoïdes de $2^m,85$ de diamètre, construit sur les plans de M. Victor Tatin ;

» 2° D'une machine dynamo-électrique Siemens, nouveau type réduit à son minimum de poids ;

» 3° D'une batterie de piles légères au bichromate de potasse.

» Le propulseur est formé de deux palettes hélicoïdes, recouvertes de soie vernie à la gomme laque et maintenues à l'état de fixité par des tendeurs en fils d'acier. La forme des palettes est telle que le pas soit le même à la circonférence extérieure et à la circonférence intérieure. Cette hélice, qui a été confectionnée avec beaucoup de soin, ne pèse que 7^{kg}.

» La machine dynamo-électrique a été construite sur un nouveau modèle par la maison Siemens, de Paris. On y compte trente-six faisceaux sur la bobine, et quatre électro-aimants dans le circuit. La bobine est très longue par rapport au diamètre. Toutes les pièces de montage sont en acier fondu et ont été réduites à leur minimum de poids ; le mécanisme est monté sur un châssis de bois à jour. L'appareil pèse 55^{kg}.

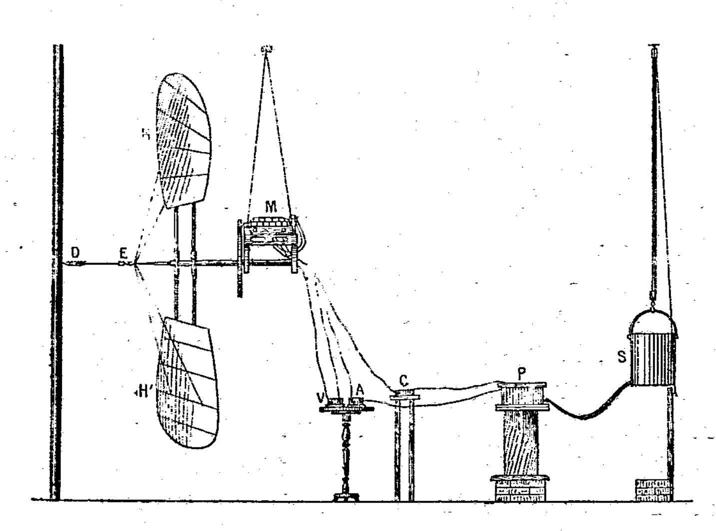
» La machine commande l'hélice par l'intermédiaire d'une transmission par engrenage, dans le rapport de $\frac{1}{10}$; quand la bobine fait 1200 tours à la minute, l'hélice en fait par conséquent 120.

» Cette machine, mesurée au frein, a pu fournir un travail effectif de 100^{kgm} par seconde, avec un rendement de 55 pour 100. Le courant était alors de 45 ampères ; la différence de potentiel aux bornes, de 40 volts.

» La pile au bichromate de potasse, que j'ai construite, me permet d'obtenir un débit beaucoup plus considérable qu'en employant des accumulateurs sous le même poids. Cette pile se compose de 24 éléments, montés en tension et divisés en quatre séries. Un élément se compose d'une auge parallélépipédique en caoutchouc durci, de 4^{lit} de capacité, contenant dix lames de zinc et onze lames de charbon de cornue, montées alternativement sur des tiges leur servant de support. La surface immergée des zincs est le tiers de celle des charbons. Le poids de chaque élément est de 7^{kg}. Cette pile, chargée d'une solution très concentrée et très acide, fonctionne d'une manière continue et constante pendant plus de deux heures. Le liquide s'échauffe à mesure qu'il s'appauvrit, et la durée du fonctionnement peut être prolongée par l'addition d'acide chromique.

» Pour me rendre compte de l'action du propulseur, j'ai disposé l'appareil comme le représente la figure ci-après.

» La batterie de pile est représentée en P; un seau de cuivre plombé S renferme la solution de bichromate et communique par un tube ramifié avec les 6 éléments d'une batterie. Il suffit de lever l'un de ces seaux, à l'aide d'une cordelette enroulée sur des moufles, pour faire fonctionner la batterie, et de l'abaisser pour en faire écouler le liquide. Le courant de chaque batterie passe dans la machine par l'intermédiaire d'un commutateur à



godets de mercure C; les mesures électriques sont faites à l'aide d'un ampère-mètre A et d'un voltamètre V. La machine, pendue par des cordes, est représentée en M, l'hélice en HH; un peson D, fixé à une poutre rigide, est relié à l'hélice par l'intermédiaire d'un mince fil métallique et d'un émerillon E. Des dispositions sont prises pour que le centre de gravité de la machine reste toujours dans le plan vertical passant par les points de suspension, quelle que soit la poussée.

» Avec 18 éléments de pile, la vitesse de rotation de l'hélice est de 120 tours, et la traction de 7^{kg} environ; avec les 24 éléments, on a pu obtenir un effort de 9^{kg}, avec une vitesse de rotation de l'hélice de 150 tours à la minute.

» Il résulte de ces essais que notre propulseur, sous le poids total de trois hommes, est capable de fournir régulièrement, pendant une durée de trois heures consécutives, le travail de 12 à 15 hommes, c'est-à-dire 75^{kgm} à 100^{kgm} (¹). »

M. **Vérard de Sainte-Anne** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Faye, une série de pièces relatives à son projet d'établissement d'un pont

(¹) Nos expériences ont été exécutées dans un atelier que mon frère et moi nous avons installé à Auteuil, et qui va nous servir pour nos constructions ultérieures, notamment pour celle d'un grand appareil à gaz hydrogène dont les plans sont déjà exécutés.

sur la Manche et d'un chemin de fer destiné à relier la France à l'Angleterre.

(Commissaires : MM. Faye, Dupuy de Lôme, L. Lalanne.)

M. **Cramoisy** adresse une Note sur la destruction du puceron lanigère, et par extension du *Phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une traduction de l'Ouvrage de M. *C.-A. Young*, professeur d'Astronomie au Collège de New-York (États-Unis), portant pour titre « Le Soleil ». (Présenté par M. Faye.)

2° Un volume de M. *Pr. de Lafitte*, intitulé « Quatre ans de lutte pour nos vignes et nos vins de France ».

3° Le dernier fascicule du Tome XIII du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni*. Ce fascicule contient les Tables des matières de ce Volume.

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1882.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus, faite à Bragado (République argentine)*; par M. **E. Perrin**. Extrait d'une Lettre adressée à M. Mouchez.

« .... Vous avez dû recevoir, par un télégramme de M. Dardo Rocha, un résumé que je vais compléter en quelques mots.

» Le 6 décembre, de 8^h à $9^h 30^m$ du matin, le Soleil se montra à peine pendant quelques secondes, et tout semblait perdu. Néanmoins toutes les dispositions d'observation étaient prises, la salle entièrement ouverte et l'équatorial en mouvement, le chronographe prêt à fonctionner. Un peu avant l'entrée, les nuages semblèrent devenir moins épais au zénith; cependant le premier contact fut manqué, et, lorsque le Soleil se montra, l'échancrure était déjà très appréciable. J'ai pu prendre la mesure de la corde avec le prisme de $45''$, dont j'ai mesuré l'angle aussitôt après.

» Le Soleil se cacha ensuite pour ne reparaître que deux minutes avant le second contact, mais voilé par les nuages, de sorte que je pouvais l'observer sans verre coloré. Son éclat était très doux et s'est maintenu ainsi pendant dix minutes. A $15^h 15^m 57^s$ (T. S. de mon observatoire), le contact géométrique me semble avoir lieu ; à ce moment, les bords des deux astres sont toujours très nets et sans la moindre ondulation. A $15^h 15^m 59^s,0$ (le *seul* top envoyé au chronographe, en dehors des prismes) apparaît un filet de lumière entre la planète et le bord du Soleil ; ce filet très délié est parfaitement net et grandit peu à peu; il présente la même teinte que les parties avoisinantes du Soleil, tandis que la planète se projette comme un rond d'encre bleuâtre, admirablement défini. C'est donc ce moment que je note pour le contact intérieur ; il me laisse dans l'esprit une impression très satisfaisante et ne me paraît pas comporter une incertitude de plus d'une seconde.

» Aussitôt après, je prends une série de contacts artificiels avec la tirette à prismes, puis je mesure le demi-diamètre de Vénus et les angles des prismes. Observé le passage méridien du deuxième bord du Soleil pour les chronomètres.

» L'après-midi a été plus contrariée que la matinée, par les variations incessantes du temps. Pour le troisième contact je n'ai pu observer que la distance des bords avec le prisme de 45″ et deux mesures micrométriques de cordes. Ces observations, faites avec soin, pourront remplacer le contact manqué, car les images étaient bien nettes et les ondulations peu sensibles. A ce sujet, je dois dire que je n'ai pas pu prendre la distance des bords de 40″, parce que ma tirette ne possède pas ce prisme-là, M. Prazmowski ayant mis par erreur deux prismes de 25″. C'est regrettable, car le Soleil ne s'est caché qu'un peu avant le prisme de 35″.

» Enfin, à $21^h 11^m 27^s,4$ (T. S. de Bragado) a lieu le dernier contact que je puis observer avec toute perfection ; mais la précision de cette observation me semble deux fois moindre que celle du contact interne.

» En résumé, j'ai observé deux contacts directs (le deuxième et le quatrième) et un certain nombre de contacts artificiels qui suppléeront aux deux autres. Au point de vue optique, le phénomène n'a présenté pour moi que des apparences géométriques bien nettes et caractérisées, la planète se projetant sous la forme d'un disque noir bleuâtre sur un fond blanc à bords bien limités. Le chronographe a fonctionné admirablement et tous mes tops ont été fidèlement enregistrés par lui. Le temps seul n'a pas secondé nos efforts ; néanmoins je ne suis pas un des moins favorisés, je crois.

» La position géographique de mon observatoire est provisoirement :

» Latitude, 35°7′22″ sud.

» Longitude, $8^m 23^s,7$ à l'ouest de l'observatoire de Buenos-Ayres, soit $4^h 11^m 18^s$ à l'ouest de Paris. »

ASTRONOMIE. — *Sur le prochain retour de la comète périodique de d'Arrest.* Note de M. G. **Leveau**, présentée par M. Mouchez.

« A cause de la grandeur des perturbations subies par la comète, lors de son passage près de Jupiter, 1859-1863, de la faible incertitude des éléments antérieurs et de l'absence d'observations à l'époque de sa troisième apparition, 1864, il n'a pas été possible de comprendre dans un même système d'éléments les observations faites en 1851 et 1857 et celles faites en 1870 et 1877 (1).

» J'ai donc été obligé, pour la détermination des éléments osculateurs de 1883, de partir d'éléments représentant seulement les observations de 1870 et 1877.

» J'ai obtenu ainsi :

Éléments osculateurs de la comète périodique de d'Arrest.

Temps moyen de Paris.		1869, Octobre 13,0.		1877, Janvier 14,0.	
Anomalie moyenne...........	$\varepsilon - \varpi$	308°.16′.23″,03		342°.46′.24″,94	
Longitude du périhélie........	ϖ	318.41.34,02	Équinoxe	319. 9.45,16	Équinoxe
Longitude du nœud ascendant..	θ	146.25.23,53	et écliptique	146. 9.15,52	et écliptique
Inclinaison................	φ	15.39.29,63	de 1870,0	15.43.12,89	de 1880,0
Angle (sinus = excentricité)...	η	39.25.17,49		38.53.19,18	
Moyen mouvem. héliocentrique. diurne..................	n	540″,25101		532″,38028	

» Avec ces éléments, les différences entre l'observation et le calcul sont, pour les deux apparitions de 1870 et 1877 :

	Dates.	$(\mathcal{R}_o - \mathcal{R}_c)\cos\mathcal{D}$.	$\mathcal{D}_o - \mathcal{D}_c$.
1870.	Septembre 24.....	− 6″,1	− 2″,5
	Octobre 18........	+ 7,4	+ 5,9
	Novembre 19......	+ 0,1	− 1,7
	Décembre 13.. ..	+ 1,9	− 8,6
1877.	Juin 21...........	+ 0,7	− 7,1
	Juillet 15.........	+ 5,2	+ 1,5
	Août 8...........	− 5,7	+ 9,6

(1) Voir *Annales de l'Observatoire*, Mémoires, t. XIV, p. B.1.

» En ajoutant aux éléments osculateurs pour 1877 Janvier 14,0 les perturbations produites par Jupiter, Saturne et Mars, de 1877 à 1883, on obtient, pour 1883, Juin 12,0, les éléments osculateurs suivants :

Éléments osculateurs de la comète periodique de d'Arrest résultant des observations de 1870 et 1877.

Époque : 1883, Juin 12,0, temps moyen de Paris.

$\varepsilon - \varpi$	328°.13'.20",34
ϖ....................	319.11.10,81
θ....................	146. 7.20,98
φ	15.41.47,11
η	38.46.33,42
n	530",65245

(Ces éléments sont rapportés à l'équinoxe et à l'écliptique moyens de 1880,0.)

» Avec ces éléments, j'ai, pour l'époque jugée la plus favorable pour l'observation, 1883 Avril 23 à 1883 Novembre 25, calculé une éphéméride qui sera communiquée à tous les astronomes et de laquelle nous extrayons les valeurs suivantes de l'éclat relatif $\frac{1}{r^2\Delta^2}$.

1883.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.	1883.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
Avril 23......	0,030	Août 21	0,041
Mai 13.......	0,034	Septembre 10..	0,047
Juin 2........	0,035	Septembre 30..	0,055
Juin 22... ...	0,036	Octobre 20....	0,065
Juillet 12	0,036	Novembre 9...	0,079
Août 1........	0,038	Novembre 25..	0,091

» Il peut être utile de rappeler que, lorsque, en Août 1877, M. Schmidt, directeur de l'Observatoire d'Athènes, avec un réfracteur de $0^m,17$ d'ouverture, cessa d'observer la comète, la quantité $\frac{1}{r^2\Delta^2}$ avait pour valeur 0,150.

» La comète se présentera donc dans de très difficiles conditions de visibilité. Ce ne sera que grâce à l'habilité des astronomes et à la puissance des instruments dont ils disposent maintenant que nous pouvons espérer nous procurer des observations qui permettront de faire une étude définitive du mouvement de cette intéressante comète. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Addition à une Note sur les nombres premiers;* par M. E. DE JONQUIÈRES.

« Les récentes et savantes Communications de M. Lipschitz ([1]) m'ont fourni une preuve nouvelle de l'intérêt qui s'attache à la question traitée dans ma Note du 4 décembre dernier. J'espère donc que l'Académie voudra bien accueillir la démonstration que, pour être plus bref, j'avais omise en me bornant à indiquer le principe d'où elle découle.

» Soit N l'un quelconque des nombres *composés,* compris entre les deux limites données, et soient $a, b, c, \ldots, l$ ses m facteurs premiers.

» Il s'agit de prouver que la formule destinée à faire connaître combien il y a de nombres premiers compris entre les deux limites exclut le nombre N une fois et pas davantage.

» Par l'application de la règle d'Eratosthène, N est effacé comme étant multiple de chacun des facteurs $a, b, c, \ldots, l$. Il est donc effacé m fois, c'est-à-dire $m-1$ fois de trop.

» Mais, par suite des opérations alternatives, de signe contraire, que prescrit l'emploi de la formule, ce même nombre est rétabli $\frac{m(m-1)}{1.2}$ fois, comme étant multiple des produits deux à deux de ses facteurs.

» Il est ensuite effacé $\frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}$ fois, comme étant multiple des produits trois à trois de ces facteurs.

» Bientôt après il est rétabli $\frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}$ fois, comme multiple de leurs produits quatre à quatre; et ainsi de suite, jusques et y compris la dernière opération, où l'on n'a plus à le considérer que comme étant le produit des m facteurs réunis, et qui l'efface ou le rétablit une fois, selon que le rang de cette dernière opération est pair ou impair.

» En résumé, N est effacé

$$m+\frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}+\frac{m(m-1)(m-2)(m-3)(m-4)}{1.2.3.4.5}+\ldots \text{ fois,}$$

et il est rétabli

$$\frac{m(m-1)}{1.2}+\frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}+\ldots \text{ fois,}$$

---

[1]) Voir les *Comptes rendus* des 25 décembre 1882 et 8 janvier 1883.

c'est-à-dire qu'il est effacé autant de fois qu'il y a d'unités dans la somme des coefficients d'ordre pair du binôme, et rétabli autant de fois qu'il y a d'unités dans la somme des coefficients d'ordre impair, sauf le premier de tous qui ne figure pas dans l'opération. En définitive, il est exclu une seule fois. C. Q. F. D. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les covariants et les invariants de caractère pair d'une forme binaire du sixième ordre.* Note de M. C. STEPHANOS, présentée par M. Jordan.

« Le système des covariants et des invariants de caractère pair (non gauches) d'une forme binaire du sixième ordre f est constitué, comme l'on sait [1], par les douze formations suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} f = a_x^6, & \mathrm{H} = \mathrm{H}_x^8 = (f,f)_2, & i = i_x^4 = (f,f)_4, & \mathrm{A} = (f,f)_6, \\ p = p_x^6 = (f,i)_2, & \Delta = \Delta_x^4 = (i,i)_2, & \mathrm{B} = (i,i)_4, & \mathrm{C} = (i,\Delta)_4, \\ l = l_x^2 = (f,i)_4, & m = m_x^2 = (i,l)_2, & n = n_x^2 = (i,m)_2, & \mathrm{D} = (l,n)_2, \end{cases}$$

dont quatre, A, B, C, D, sont des invariants.

» Entre sept quelconques de ces formes doit exister, d'après une proposition générale [2], une relation ou *syzygie* (d'après l'expression de M. Sylvester). Pourtant, la dépendance qui existe entre les valeurs de ces douze formes ne peut pas être complètement définie par six équations seulement, mais par un plus grand nombre, donnant lieu à autant de *syzygies*.

» Ici encore se présente la question de trouver les syzygies *fondamentales*, c'est-à-dire celles dont on peut déduire toutes les autres par de simples moyens de multiplication et d'addition ou bien d'élimination. Mais, avant d'aborder ce problème, il convient de se poser cet autre : trouver des procédés permettant d'obtenir des syzygies relativement simples. Dans ce qui suit, je vais indiquer précisément un procédé de cette nature, procédé qui paraît pouvoir être utilement employé dans d'autres questions du même genre.

» Les huit covariants de caractère pair

$$(2)\qquad f,\ \mathrm{H},\ i,\ p,\ \Delta,\ l,\ m,\ n$$

---

(1) CLEBSCH, *Theorie der binären alg. Formen*, p. 283-299.

(2) *Ibid.*, p. 305.

de la forme donnent lieu, combinés deux à deux, à vingt-huit déterminants fonctionnels. Parmi ces déterminants fonctionnels, les treize suivants :

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{l}(f, \mathrm{H})_1,\ (f, i)_1,\ (f, p)_1,\ (f, \Delta)_1,\ (f, l)_1,\ (f, m)_1,\\ (i, \Delta),\ (i, l)_1,\ (i, m)_1,\ (i, n)_1,\ (l, m)_1,\ (l, n)_1,\ (m, n)_1,\end{array}\right.$$

peuvent être considérés comme constituant le système complet des *covariants* de caractère impair de la forme f. Les quinze autres doivent donc pouvoir être exprimés en fonction entière des formes (3) et des formes (1).

» De cette manière on a les quinze relations suivantes :

1° $3(f, n)_1 - 2\mathrm{B}(f, l)_1 - \mathrm{A}(i, \Delta)_1 + \frac{5}{2}l(i, l)_1 = 0,$

2° $(\mathrm{H}, i)_1 + (f, p)_1 = 0,$

3° $6(\mathrm{H}, p)_1 + i(f, i)_1 + f(f, l)_1 = 0,$

4° $3(\mathrm{H}, \Delta)_1 + \frac{1}{2}l(f, i)_1 + i(f, l)_1 = 0,$

5° $(\mathrm{H}, l)_1 + \frac{1}{3}\mathrm{A}(f, i)_1 + 2(f, \Delta)_1 = 0,$

6° $(\mathrm{H}, m)_1 + \frac{1}{3}\mathrm{B}(f, i)_1 + \frac{1}{3}\mathrm{A}(f, \Delta)_1 + \frac{1}{2}l(f, l)_1 = 0,$

7° $(\mathrm{H}, n)_1 - \frac{1}{3}\mathrm{C}(f, i)_1 + \frac{1}{3}\mathrm{B}(f, \Delta)_1 + \frac{1}{2}m(f, l)_1 + \frac{1}{2}l(f, m)_1 = 0,$

8° $(p, i)_1 + (f, \Delta)_1 = 0,$

9° $6(p, \Delta)_1 + \mathrm{B}(f, i)_1 + i(i, l)_1 = 0,$

10° $2(p, l)_1 + (f, m)_1 + 2(i, \Delta)_1 = 0,$

11° $3(p, m)_1 + \mathrm{B}(f, l)_1 + \mathrm{A}(i, \Delta)_1 - \frac{1}{2}l(i, l)_1 = 0,$

12° $2(p, n)_1 + \frac{1}{3}\mathrm{C}(f, l)_1 + \frac{1}{2}\mathrm{B}(f, m)_1 + \frac{1}{3}\mathrm{B}(i, \Delta)_1 + \frac{1}{2}m(i, l)_1 + \frac{1}{2}l(i, m)_1 = 0,$

13° $(\Delta, l)_1 + (i, m)_1 = 0,$

14° $(\Delta, m)_1 + (i, n)_1 = 0,$

15° $(\Delta, n)_1 + \frac{1}{3}\mathrm{C}(i, l)_1 + \frac{1}{2}\mathrm{B}(i, m)_1 = 0.$

» On connaît bien deux formules remarquables, dues à Clebsch (¹), dont l'une donne la valeur du déterminant fonctionnel d'une forme binaire χ et du déterminant fonctionnel de deux autres formes binaires φ, ψ, en fonction de ces formes et de leurs covariants $(\varphi, \psi)_2$, $(\varphi, \chi)_2$, $(\chi, \psi)_2$, et dont l'autre donne une expression analogue pour le produit de deux pareils déterminants fonctionnels. Ce sont précisément ces deux formules qui permettent de déduire des relations précédentes des syzygies entre les formes (1).

» On voit, en effet, que, si l'on effectue sur une quelconque des relations précédentes l'opération $\left(\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x_1}\frac{\partial}{\partial x_2} - \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x_2}\frac{\partial}{\partial x_1}\right)$, U désignant une quel-

(¹) *Loc. cit.*, p. 117-119.

conque des formes (2), et que l'on transforme le résultat ainsi obtenu d'après les deux formules mentionnées de Clebsch, on arrivera à des relations entre les covariants de caractère pair de la forme f, et, par suite, à des syzygies entre les formes (1) [1].

» Par ce procédé j'ai calculé les diverses syzygies qu'on peut déduire des relations 2°, 5°, 8°, 10° et 13° précédentes. Ce procédé semblerait donc loin d'être épuisé. Pourtant je n'ai point cru devoir pousser plus loin mes calculs avant d'avoir des moyens sûrs pour reconnaître jusqu'à quel point on doit chercher des nouvelles syzygies.

» Les syzygies que j'ai obtenues de cette manière sont données dans le tableau suivant [2] :

$$\tfrac{1}{2}Bf^2 - fli - 3p^2 + 3\Delta H + \tfrac{1}{2}i^3 = 0,$$

$$-2Bfi - A\Delta f + \tfrac{1}{2}fl^2 + 2Aip + 6\Delta p - 3Hm + 2i^2 l = 0,$$

$$-\tfrac{1}{3}ABfi - B\Delta f + 2flm + 2Bip + A\Delta p - \tfrac{9}{2}l^2 p + 3H(Bl - n) - i^2 m = 0,$$

$$fm - 2lp + BH - \tfrac{1}{3}Ai^2 - \Delta i = 0,$$

$$fn + CH - \tfrac{3}{4}il^2 - \tfrac{1}{2}A\Delta i - 2\Delta^2 = 0,$$

$$\tfrac{1}{3}Bfl - fn - mp + \tfrac{1}{3}Bi^2 + \tfrac{2}{3}A\Delta i + 2\Delta^2 = 0,$$

$$Cfl + \tfrac{1}{2}Bfm + 3np - \tfrac{3}{2}ilm + Ci^2 - 2B\Delta i - A\Delta^2 - \tfrac{3}{2}\Delta l^2 = 0,$$

$$\begin{aligned} -Bfn + 4Anp - 3DH + 4iln - \tfrac{2}{3}AB\Delta i - 4C\Delta i - A^2\Delta^2 \\ + 6B\Delta^2 + \tfrac{1}{2}A\Delta l^2 + 4\Delta lm + \tfrac{3}{4}l^4 = 0, \end{aligned}$$

$$Cf + Bp - \tfrac{1}{2}im - 2\Delta l = 0,$$

$$\tfrac{1}{3}B^2 f + 2Cp - Bil + in - 2\Delta m = 0,$$

$$\tfrac{2}{3}BCf - \tfrac{1}{2}Df - \tfrac{2}{3}ACp - \tfrac{2}{3}Cil + \Delta(-Bl + \tfrac{1}{2}Am + n) + \tfrac{3}{4}l^2 m = 0,$$

$$\begin{aligned} (\tfrac{4}{9}B^2 + AC)Bf + Dp + \tfrac{2}{9}ACil + \tfrac{2}{3}Cim \\ + \tfrac{2}{3}C\Delta l - B\Delta m - \tfrac{1}{3}A\Delta n - \tfrac{1}{2}l^2 n - lm^2 = 0, \end{aligned}$$

$$\tfrac{2}{3}(AC + B^2)i + \tfrac{1}{3}(AB + 6C)\Delta + \tfrac{1}{2}Bl^2 - 2ln - m^2 = 0,$$

$$Di + \tfrac{2}{3}(AC + B^2)\Delta - \tfrac{1}{3}Cl^2 - 2mn = 0,$$

$$\tfrac{1}{3}(AB + 6C)(\tfrac{1}{3}Ci - \tfrac{1}{2}B\Delta) + D\Delta - \tfrac{1}{4}B^2 l^2 - \tfrac{2}{3}Clm + Bln - n^2 = 0. \text{ »}$$

---

(1) On voit que, pour obtenir finalement ces syzygies, on doit faire usage des expressions des divers covariants $(U, V)_2$ des formes (2) prises deux à deux, en fonction des formes du tableau (1). La plupart des formules qui fournissent ces expressions découlent des définitions mêmes des formes (1), ou bien se trouvent calculées dans l'Ouvrage de Clebsch. Il en reste encore une quinzaine que j'ai dû calculer, mais qu'il serait long de donner ici. Je ferai remarquer seulement que les deux formules (5) et (6), page 294 de l'Ouvrage de Clebsch, doivent être rectifiées comme il suit :

$$(f, \Delta)_2 = \tfrac{1}{2}il - \tfrac{1}{6}Bf, \quad (H, l)_2 = \tfrac{1}{3}Ap - \tfrac{1}{3}Bf + \tfrac{5}{7}il.$$

(2) Les trois dernières syzygies de ce tableau se trouvent déjà indiquées dans mon Mémoire *Sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne*, p. 79, qui a eu l'honneur d'être inséré dans le *Recueil des Savants étrangers* (volume XXVII, *sous presse*).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de plusieurs variables imaginaires.* Note de M. Ed. Combescure.

« **1.** On n'a pas, que je sache, développé complètement les conditions immédiates que doit remplir une fonction analytique de plusieurs variables imaginaires. Voici quelques remarques au sujet de ces fonctions.

» Soient n variables imaginaires, indépendantes,

$$z_1 = x_1 + iy_1, \quad z_2 = x_2 + iy_2, \quad \ldots, \quad z_n = x_n + iy_n,$$

où $i = \sqrt{-1}$ et où les x, y sont des quantités réelles aussi indépendantes. Pour qu'une expression $f(z_1, z_2, \ldots, z_n)$ soit proprement une fonction analytique de $z_1, z_2, \ldots, z_n$, la condition générale est d'abord que, φ et ψ désignant des fonctions réelles des $2n$ variables x, y, on ait identiquement

$$f(z_1, z_2, \ldots, z_n) = \varphi + i\psi;$$

il faut de plus que f admette des dérivées partielles du premier ordre par rapport à $z_1, z_2, \ldots, z_n$. D'après cela, on aura

$$\frac{\partial f}{\partial z_1} dz_1 + \frac{\partial f}{\partial z_2} dz_2 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial z_n} dz_n = d\varphi + i d\psi;$$

d'où

$$\frac{\partial f}{\partial z_h} = \frac{\partial \varphi}{\partial x_h} + i \frac{\partial \psi}{\partial x_h}, \quad i \frac{\partial f}{\partial z_h} = \frac{\partial \varphi}{\partial y_h} + i \frac{\partial \psi}{\partial y_h},$$

et par suite

$$(1) \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial x_h} = \frac{\partial \psi}{\partial y_h}, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y_h} = -\frac{\partial \psi}{\partial x_h},$$

pour $h = 1, 2, \ldots, n$. Pour une autre valeur déterminée k de h, on aura pareillement

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x_k} = \frac{\partial \psi}{\partial y_k}, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y_k} = -\frac{\partial \psi}{\partial x_k},$$

et, en exprimant de toutes les manières possibles les conditions d'intégrabilité par rapport à la fonction ψ, on obtiendra le premier groupe de conditions, en nombre $\frac{n(n+1)}{2}$, savoir

$$(2) \qquad \Delta_{h,k}\varphi = 0,$$

où

$$\Delta_{h,k} = \frac{\partial^2}{\partial x_h \partial x_k} + \frac{\partial^2}{\partial y_h \partial y_k},$$

h pouvant coïncider avec k. On obtient ensuite ce second et dernier groupe

$$\Theta_{h,k}\varphi = 0,$$

où

$$\Theta_{h,k} = \frac{\partial^2}{\partial x_h \partial y_k} - \frac{\partial^2}{\partial x_k \partial y_h};$$

mais il est facile de voir que ces conditions rentrent dans les précédentes. On a, en effet,

$$\frac{\partial . \Delta_{hk}}{\partial y_j} = \frac{\partial^3}{\partial x_h \partial x_k \partial y_j} + \frac{\partial^3}{\partial y_h \partial y_k \partial y_j},$$

$$\frac{\partial . \Delta_{hj}}{\partial y_k} = \frac{\partial^3}{\partial x_h \partial x_j \partial y_k} + \frac{\partial^3}{\partial y_h \partial y_j \partial y_k};$$

et, par suite,

$$\frac{\partial . \Delta_{hk}\varphi}{\partial y_j} - \frac{\partial . \Delta_{hj}\varphi}{\partial y_k} = \frac{\partial . \Theta_{kj}\varphi}{\partial x_h}.$$

Donc, sous les conditions (2), Θ_{kj} est indépendant de x_h. On démontrerait de même qu'il est indépendant des y. $\Theta_{kj}\varphi$ est donc une constante. D'ailleurs, en ayant égard à la première (1), on peut écrire

$$\Theta_{kj}\varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_k \partial y_j} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_j \partial y_k} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial y_k \partial y_j} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial y_j \partial y_k} = 0;$$

la constante en question est, par suite, identiquement nulle. Les $\frac{n(n+1)}{2}$ équations (2) constituent donc les conditions nécessaires et suffisantes auxquelles doit satisfaire la fonction φ. Il est clair que la fonction ψ doit vérifier des équations tout à fait pareilles; mais, lorsque φ est connu, on peut en déduire ψ par des quadratures, au moyen des relations (1).

» La fonction φ est susceptible de diverses représentations analytiques : je citerai seulement la suivante, qui s'offre immédiatement :

$$\varphi = \begin{cases} \sum_{\alpha_1 \ldots \alpha_n} e^{\alpha_1 y_1 + \ldots + \alpha_n y_n} [\mathrm{A}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n} \cos(\alpha_1 x_1 + \ldots + \alpha_n x_n) + \mathrm{B}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n} \sin(\alpha_1 x_1 + \ldots + \alpha_n x_n)] \\ + \sum_{\beta_1 \ldots \beta_n} e^{\beta_1 x_1 + \ldots + \beta_n x_n} [\mathcal{A}_{\beta_1 \ldots \beta_n} \cos(\beta_1 y_1 + \ldots + \beta_n y_n) + \mathcal{B}_{\beta_1 \ldots \beta_n} \sin(\beta_1 y_1 + \ldots + \beta_n y_n)], \end{cases}$$

les sommations s'étendant à toutes les valeurs qu'on voudra des indéterminées réelles α_j, β_j, A, B, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$. On obtient l'expression conjuguée ψ, en changeant le symbole sin en cos, et le symbole cos en $-$ sin. Il est presque superflu de faire remarquer que les Σ peuvent être changés en intégrales multiples relativement aux deux groupes respectifs des variables $\alpha_1, \ldots, \alpha_n$; $\beta_1, \ldots, \beta_n$.

» 2. Si l'on considère une expression de la forme

$$(3) \qquad dV = Z_1 dz_1 + Z_2 d_2 + \ldots + Z_n dz_n,$$

où $Z_1, \ldots, Z_n$ sont des fonctions de $z_1, z_2, \ldots, z_n$, satisfaisant aux conditions

$$\frac{\partial Z_h}{\partial z_k} = \frac{\partial Z_k}{\partial z_h},$$

en supposant, pour $j = 1, 2, \ldots, n$,

$$Z_j = \varphi_j + i\psi_j,$$

φ_j, ψ_j étant des fonctions réelles des x, y, il est facile de trouver, entre quantités réelles, les conditions d'intégrabilité de l'expression

$$(4) \qquad dV = d\varphi + i d\psi,$$

les fonctions φ, ψ, φ_j, ψ_j vérifiant toujours les conditions ordinaires (1) Comme

$$\begin{aligned} dV &= \sum_j (\varphi_j + i\psi_j)(dx_j + i\,dy_j) \\ &= \sum_j (\varphi_j dx_j - \psi_j dy_j) + i \sum_j (\psi_j dx_j + \varphi_j dy_j), \end{aligned}$$

en écrivant que $\sum_j (\varphi_j dx_j - \psi_j dy_j)$ est une différentielle exacte, on aura le premier groupe de relations

$$(5) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \varphi_h}{\partial x_k} = \dfrac{\partial \varphi_k}{\partial x_h}, \\[2ex] \dfrac{\partial \psi_h}{\partial y_k} = \dfrac{\partial \psi_k}{\partial y_h}. \end{cases}$$

On reconnaît tout de suite que ces conditions, qui sont nécessaires, sont en même temps suffisantes. Les autres conditions, en effet,

$$\frac{\partial \varphi_h}{\partial y_k} = -\frac{\partial \psi_k}{\partial x_h},$$

à cause de la relation ordinaire (1),

$$\frac{\partial \varphi_h}{\partial y_k} = -\frac{\partial \psi_h}{\partial x_k},$$

sont ramenées au groupe (5). On voit de plus que, sous ces mêmes conditions (5), la seconde partie de dV, savoir

$$\sum_j (\psi_j dx_j + \varphi_j dy_j),$$

est une différentielle exacte. Une partie des conditions d'intégrabilité est

représentée directement par (5). L'autre partie, savoir

$$\frac{\partial\psi_h}{\partial y_k} = \frac{\partial\varphi_k}{\partial x_h},$$

à cause de (1), c'est-à-dire de

$$\frac{\partial\varphi_k}{\partial x_h} = \frac{\partial\psi_k}{\partial y_h},$$

rentre dans ce même groupe.

» Le retour à la fonction V, par des quadratures, en partant de (3) ou de (4), donne lieu à un grand nombre de singularités que je n'ai pas encore approfondies. Il en est de même pour ce qui concerne les intégrales multiples des fonctions de variables imaginaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de deux variables.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« On sait que M. Weierstrass a démontré le théorème suivant :

» *Si* F(x) *est une fonction méromorphe dans toute l'étendue du plan, on peut la mettre sous la forme du quotient de deux fonctions entières.*

» Le théorème analogue pour les fonctions de deux variables n'est pas encore démontré. Je crois en avoir trouvé une démonstration rigoureuse, dont j'exposerai ici la marche générale si l'Académie veut bien le permettre.

» Je considère une fonction F(X, Y) de deux variables imaginaires

$$X = x + iy, \quad Y = z + it,$$

et je suppose que, dans le voisinage d'un point quelconque, cette fonction puisse se mettre sous la forme $\frac{N}{D}$, N et D étant deux fonctions holomorphes.

» La partie réelle u d'une fonction quelconque de X et de Y satisfait aux équations

$$\Delta u = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} + \frac{d^2u}{dt^2} = 0,$$

$$\Delta_1 u = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0, \quad \Delta_2 u = \frac{d^2u}{dz^2} + \frac{d^2u}{dt^2} = 0,$$

$$\Delta_3 u = \frac{d^2u}{dy\,dz} - \frac{d^2u}{dx\,dt} = 0, \quad \Delta_4 u = \frac{d^2u}{dx\,dz} + \frac{d^2u}{dy\,dt} = 0.$$

» J'appellerai fonction *potentielle* toute fonction qui satisfait à l'équation $\Delta u = 0$, et je dirai que cette fonction est entière si elle est holomorphe pour toutes les valeurs finies de x, y, z, t.

» L'ensemble des points x, y, z, t qui satisfont à l'inégalité

$$(x-x_0)^2+(y-y_0)^2+(z-z_0)^2+(t-t_0)^2<r^2$$

formera une région que j'appellerai *hypersphérique*, à cause de la ressemblance entre l'inégalité précédente et celle qui exprime qu'un point est intérieur à une sphère.

» 1° Cela posé, je construis une infinité de régions hypersphériques R_1^0, R_2^0, ... Je suppose qu'un point quelconque (x, y, z, t) appartient au moins à une et au plus à cinq de ces régions. Je suppose que ces régions sont choisies de telle sorte qu'à l'intérieur de R_i^0, par exemple, la fonction F peut se mettre sous la forme $\frac{N_i}{D_i}$.

» J'envisage également les régions R_i^1, formées par la partie commune à deux des régions R_i^0 et les régions R_i^2, R_i^3, R_i^4, formées par la partie commune à trois, à quatre ou à cinq de ces régions.

» 2° Je construirai une fonction potentielle J_i^p jouissant des propriétés suivantes : elle est holomorphe à l'extérieur de R_i^p et tend vers o quand $x^2+y^2+z^2+t^2$ croît indéfiniment. La différence $J_i^p - \log\operatorname{mod} D$ est holomorphe à l'intérieur de R_i^p; enfin, sur la limite de la région R_i^p, J_i^p est holomorphe quand D ne s'annule pas.

» Par exemple, si la région R_i^0 est formée de l'ensemble des points qui satisfont à l'inégalité

$$x^2+y^2+z^2+t^2<1,$$

voici comment on peut former la fonction J correspondante : on posera

$$x=r\cos\theta,\quad y=r\sin\theta\cos\psi,\quad z=r\sin\theta\sin\psi\cos\varphi,\quad t=r\sin\theta\sin\psi\sin\varphi.$$

» Considérons trois angles θ', ψ' et φ', et posons

$$\alpha r = x\cos\theta'+y\sin\theta'\cos\psi'+z\sin\theta'\sin\psi'\cos\varphi'+t\sin\theta'\sin\psi'\sin\varphi',$$
$$d\omega'=\sin^2\theta'\sin\psi'\,d\theta'\,d\psi'\,d\varphi'.$$

» Quand on fait $r=1$, modD et $\frac{d(\operatorname{mod}D)}{dr}$ se réduisent à des fonctions ν et λ de θ, φ et ψ; soient ν' et λ' ce que deviennent ν et λ quand on y remplace θ, φ et ψ par θ', φ' et ψ'. La fonction J sera égale,

pour $r>1$, à $$-\frac{1}{2\pi^2}\int\frac{2\nu'(1-\alpha r)+\lambda'(1-2\alpha r+r^2)}{(1-2\alpha r+r^2)^2}d\omega';$$

pour $r<1$, à $$\log\operatorname{mod}D-\frac{1}{2\pi^2}\int\frac{2\nu'(1-\alpha r)+\lambda'(1-2\alpha r+r^2)}{(1-2\alpha r+r^2)^2}d\omega'.$$

» 3° Je formerai ensuite, à l'aide des fonctions J_i^p, une fonction potentielle Φ, telle que si, en un point quelconque, F peut se mettre sous la forme $\frac{N}{D}$, la différence $\Phi - \log \bmod D$ soit holomorphe. Je n'ai, pour cela, qu'à appliquer, sans y rien changer, la méthode par laquelle M. Weierstrass démontre le théorème de M. Mittag-Leffler (*Monatsberichte*, août 1880).

» 4° La fonction Φ ne satisfait pas, en général, aux équations

$$\Delta_1 \Phi = \Delta_2 \Phi = \Delta_3 \Phi = \Delta_4 \Phi = 0;$$

mais les expressions $\Delta_i \Phi$ sont des fonctions potentielles entières.

» Je démontre que je puis trouver une fonction potentielle entière G satisfaisant aux quatre équations

$$\Delta_1 G = \Delta_1 \Phi, \quad \Delta_2 G = \Delta_2 \Phi,$$
$$\Delta_3 G = \Delta_3 \Phi, \quad \Delta_4 G = \Delta_4 \Phi.$$

» La différence $\Phi - G$ est alors la partie réelle d'une fonction de deux variables $\psi(X, Y)$, et l'on voit aisément que les fonctions

$$e^\psi = G_1 \quad \text{et} \quad F e^\psi = G_2$$

sont des fonctions entières, de sorte que F est le quotient de deux fonctions entières G_1 et G_2. C. Q. F. D.

» Les mêmes considérations peuvent servir à établir le théorème suivant :

» *Si* Y *est une fonction quelconque de* X, *non uniforme, qui ne présente pas de point singulier essentiel à distance finie, et qui ne puisse pas, pour une même valeur de* X, *prendre une infinité de valeurs finies infiniment voisines les unes des autres, elle pourra être considérée comme la solution d'une équation*

$$G(X, Y) = 0,$$

où G *est une fonction entière.* »

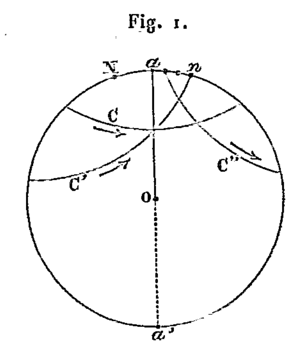
GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes du sextant.* Note de M. **Gruey**.

« 1. J'appelle *courbes du sextant* les courbes décrites, dans le champ de la vision, par l'image doublement réfléchie d'un point, lorsqu'on *balance* ou fait tourner l'instrument autour de la ligne de visée directe, c'est-à-dire autour de l'axe optique soit de la *lunette*, soit de la *pinule* que les marins emploient suivant les cas. Dans le cas de la lunette, la courbe est rapportée

aux fils du réticule et doit se nommer *courbe relative*; dans le cas de la *pinule*, elle est rapportée à des repères indépendants de l'instrument, tels que l'horizon, la verticale, la corde du croissant lunaire et elle doit se nommer *courbe absolue*. Ces deux courbes interviennent, l'une ou l'autre, dans toutes les mesures. L'observateur *balance* toujours le sextant pour s'assurer que la coïncidence ou le contact a lieu exactement entre les images directe et doublement réfléchie a, b des deux points A, B, dont il cherche la distance angulaire ; mais il ignore en général la nature de ces courbes, dont il n'aperçoit que le petit arc compris dans l'étendue du champ. Dans son excellent *Traité de navigation* (p. 642), M. Dubois a publié une Note originale qui résume les connaissances acquises sur ces courbes. Il emploie l'analyse, et trouve la courbe relative, à la suite de calculs un peu longs ; mais il paraît renoncer à la courbe absolue, qui le conduit à des éliminations pénibles ; pour cette dernière, il se contente de rectifier une erreur commise par les praticiens. En étudiant cette question, je l'ai résolue par la Géométrie pure.

» 2. *Courbe relative*. — Comme les directions importent seules, imaginons une sphère S de rayon arbitraire et par le centre O de cette sphère, menons des rayons Oa, ON et Ob parallèles respectivement à l'*axe optique*

Fig. 1.



dirigé sur A, à la *normale au grand miroir* du côté étamé, à la *normale au petit miroir* du côté de A, et à la direction de l'étoile B. Les points a, N, n seront sur un grand cercle de la sphère, représentant le limbe de l'instrument (*fig.* 1).

» La courbe relative restera la même si, au lieu de faire tourner le limbe autour de Oa, de gauche à droite, nous imaginons qu'il reste immobile et que l'étoile B tourne en sens contraire, de droite à gauche, autour du même axe optique. Le point b décrira sur la sphère un petit cercle C, autour de a comme pôle. Si Ob' et Ob'' sont les rayons de la sphère parallèles au rayon lumineux, venu de l'étoile, après une première et une deuxième réflexion successive sur le grand et le petit miroir, le point b' décrira un

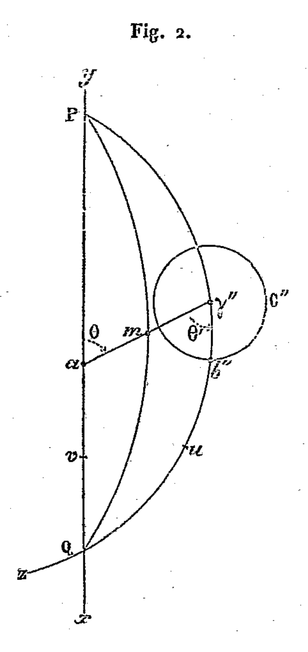
cercle C′ symétrique de C relativement à N, et le point b'' un cercle C″ symétrique de C′ par rapport à n. Les trois cercles égaux C, C′, C″ seront parcourus de droite à gauche, avec la même vitesse, pour des personnages fictifs ayant les pieds en O et la tête aux centres c, c', c'' de ces cercles. La courbe relative cherchée est l'intersection du cône de révolution, ayant O pour sommet et C″ pour base, avec le plan focal de la lunette, c'est-à-dire avec le plan tangent à la sphère au point a' diamétralement opposé à a, si l'on prend pour axe optique l'axe principal de l'objectif, ce qui est permis en théorie, et pour rayon de la sphère la distance focale de cette lentille. Donc :

» THÉORÈME. — *La courbe relative est une conique symétrique par rapport au plan du limbe.*

» L'inspection de la figure donne immédiatement et sans calculs l'espèce de conique, les grandeur et position des axes, les asymptotes dans l'espèce hyperbole; mais les limites de cette Note nous obligent à écarter ici les détails secondaires.

» 3. *Courbe absolue.* — Pour avoir le mouvement absolu du point b'' sur la sphère S, il suffit de composer sa rotation relative θ (*fig.* 2), de droite à

Fig. 2.



gauche, sur le cercle C″, avec le mouvement d'entraînement de ce cercle, qui est une rotation égale, mais de sens contraire, du sextant autour de

l'axe optique Oa. Nous nommerons la trajectoire résultante de b'' *courbe absolue sphérique*.

» Soit γ'' le pôle du cercle C''; prenons pour origine du mouvement l'instant où le point b'' est sur le grand cercle, $a\gamma''$ représentant le limbe du sextant, et soit xay la position initiale de ce grand cercle. A une époque quelconque prolongeons l'arc $\gamma'' b'' z$ jusqu'à sa rencontre avec xy en P et Q. Par P, Q et le milieu m de $a\gamma''$ menons un grand cercle. Nous formerons ainsi deux triangles sphériques Q$m\gamma''$ et Pma, égaux comme ayant $ma = m\gamma''$ et les angles adjacents $m = m$, $a = \gamma'' = \theta$. D'où l'on conclut, en désignant les arcs $a\gamma''$, γ''Q, aQ par α, u, v,

$$(1) \qquad m\text{P} = m\text{Q} = \frac{\pi}{2}, \quad u + v = \pi, \quad \text{tang}\,\frac{1}{2}(u - v) = \text{tang}\,\frac{1}{2}\,\alpha\cos\theta.$$

» La première de ces relations montre que la courbe absolue sphérique peut être décrite mécaniquement par le point b'', d'un mouvement continu, si on considère les arcs $a\gamma''$, mQ, $\gamma'' b'' z$ comme système articulé sphérique dans lequel le point Q est assujetti à glisser sur xy et $\gamma'' b'' z$ à glisser sur l'extrémité Q du quadrant mQ. — Cette courbe admet évidemment xy pour axe de symétrie et présentera deux boucles sous la forme de 8, ou une seule boucle, selon que le point décrivant b'' traversera ou non le point Q, c'est-à-dire, d'après les dernières relations (1), suivant que l'on aura ou non $\pi - \alpha < 2\delta < \pi + \alpha$, en désignant par α et δ les arcs constants $a\gamma''$ et $\gamma'' b''$. Mais, nous pouvons négliger ces détails, car la courbe est suffisamment caractérisée par sa projection orthogonale sur le plan tangent en a, à la sphère S, c'est-à-dire sur le plan focal ou la rétine de l'œil de l'observateur, œil qui, dans le cas actuel de la visée par une pinule, joue le rôle de l'objectif dans le cas précédent.

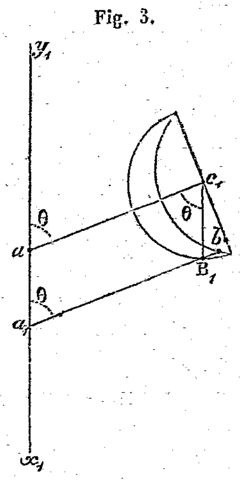
» Théorème. — *La projection orthogonale de la courbe absolue sphérique, sur un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du sextant, est un limaçon de Pascal.*

» La projection de C'' sur le plan tangent en a à la sphère S est une ellipse tournant autour de a, ayant pour demi-axes $p = \sin\delta$ et $q = \sin\delta\cos\alpha$; son petit axe est dirigé sur le point a et son centre c, à une distance $ac_1 = \cos\delta\sin\alpha$.

» Désignons par b_1 la projection de b'' et par B$_1$ le point correspondant à b_1 sur le cercle principal de l'ellipse; on sait que $\text{B}_1 b_1 = (p - q)\cos\theta$, en appelant θ l'angle de $c_1\text{B}_1$ avec la direction $c_1 a$ du petit axe (*fig.* 3 et 4). Mais il est clair que $c_1\text{B}_1$ sera toujours parallèle à la projection $x_1 y_1$ de xy, puisque

l'angle dont tourne cette droite autour de c_1 doit toujours être égal à celui dont tourne ac_1 autour de a. Si donc on mène $B_1 a_1$ parallèle à $c_1 a$ jus-

Fig. 3.



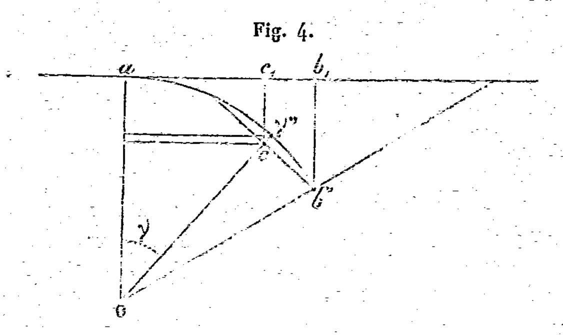
qu'à sa rencontre avec $x_1 y_1$, la figure $a a_1 c_1 B_1$ sera un parallélogramme où les sommets a, a_1 seront fixes. Si l'on pose $a_1 b_1 = r_1$, l'équation polaire de la projection sera

$$r_1 = a_1 B_1 + B_1 b_1 = ac_1 + B_1 b_1 = \sin\alpha\cos\delta + (p-q)\cos\theta;$$

c'est-à-dire celle d'un *limaçon de Pascal*.

» 4. Il est facile de passer de la projection de la courbe absolue sphérique sur le plan tangent à la sphère S, en a, à la perspective de la même courbe sur le même plan, le point de vue étant le centre de la sphère. Les rayons vecteurs de la projection et de la perspective, rapportées au même

Fig. 4.



pôle a, sont liés entre eux, pour une direction commune, évidemment par la relation qui unit le sinus à la tangente d'un même arc. — Le cône ayant pour sommet le centre de la sphère S, et pour base la courbe absolue sphérique, coupe le plan tangent en a', qui représente la rétine de l'observateur,

suivant la courbe réellement observée à travers la pinule pendant le balancement du sextant.

» THÉORÈME. — *La courbe absolue réellement observée est une transformée d'un limaçon de Pascal, par rayons vecteurs* r, r_1, *suivant la loi de transformation* $r^2 - r_1^2 = r^2 r_1^2$, *où le rayon de la sphère est pris pour unité.*

» Cette courbe présentera ou non des branches infinies suivant que l'on aura ou non $\alpha - \delta < \frac{\pi}{2} < \alpha + \delta$, ainsi que d'autres détails évidents qu'il faut omettre ici. Mais remarquons, en finissant, que les précédents résultats sont généraux, et ne supposent nullement que la coïncidence préalable entre les images de A et B ait été établie rigoureusement avant le balancement du sextant, circonstance réalisée toutefois dans la pratique et qui correspond à la relation particulière $\delta = \alpha$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Comment se répartit, entre les divers points de sa petite base d'appui, le poids d'un corps dur, à surface polie et convexe, posé sur un sol horizontal élastique.* Note de M. J. **BOUSSINESQ**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Quand un solide à surface convexe, et d'un poids donné P, repose, sans frottement, sur un sol élastique horizontal, sa base d'appui, dont les dimensions sont, en général, très petites en comparaison des siennes, peut être confondue avec une portion du paraboloïde elliptique qui a pour axe la normale verticale menée à son point le plus bas et pour demi-paramètres ses deux rayons de courbure principaux R, R' en ce point. Comme toutes les circonstances concernant le rapprochement du corps et du sol élastique sont pareilles de part et d'autre des deux plans normaux principaux correspondants (en admettant du moins que le corps soit descendu peu à peu, verticalement, jusqu'à sa situation actuelle), la base d'appui et les pressions dP exercées seront symétriques par rapport aux mêmes plans, dans lesquels nous admettrons qu'on ait pris respectivement, sur la surface primitive du sol, deux axes des x et des y. La résultante, P, des efforts subis par le sol sera donc dirigée suivant la normale verticale; et celle-ci contiendra le centre de gravité du corps, puisqu'on suppose l'équilibre établi. Si, pour faire image, nous concevons les pressions dP produites par une mince couche d'un sable lourd, étalé sur la base d'appui ou surface de contact, et constituant en chaque endroit la *charge* du sol sous-jacent, la couche totale P devra être distribuée de telle manière que, sous son action, le sol

éprouve, aux divers points (x, y) de la surface de contact, des abaissements w plus petits que celui, w_0, de son centre de la quantité $\frac{x^2}{2R} + \frac{y^2}{2R'}$.

» Pour trouver un pareil mode de répartition, admettons (sauf à reconnaître plus tard l'exactitude de cette hypothèse) que la surface de contact soit une ellipse, ayant a et b pour demi-axes. Menons à son intérieur une infinité d'autres ellipses, concentriques, dont ζa, ζb soient les demi-axes, et que caractérisera ainsi le paramètre ζ, supposé variable, à partir de zéro, par accroissements égaux $d\zeta$. Enfin, imaginons qu'on étende sur chacune de ces ellipses, dont l'aire est $\pi ab\zeta^2$, la partie $3P\zeta^2 d\zeta$ de la charge totale $3P\int_0^1 \zeta^2 d\zeta = P$, c'est-à-dire une charge partielle de même densité moyenne pour toutes les ellipses, mais en la répartissant comme une couche électrique en équilibre sur l'ellipse considérée. Si l'on pose

$$(1) \quad \gamma^2 = \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}, \quad D = \sqrt{(a^2+\nu^2)(b^2+\nu^2)}; \quad \text{d'où} \quad \frac{d}{d\nu}\frac{\nu}{D} = \frac{a^2 b^2 - \nu^4}{D^3};$$

des formules connues donneront, pour la densité superficielle en un point (x, y) de la couche, pour son potentiel au même point, et pour le potentiel en un point (x, y) extérieur (où $\gamma > \zeta$), les trois expressions respectives

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{3P\zeta d\zeta}{2\pi ab\sqrt{\zeta^2-\gamma^2}}, \quad 3P\zeta d\zeta \displaystyle\int_0^\infty \frac{d\nu}{D}, \quad 3P\zeta d\zeta \int_\nu^\infty \frac{d\nu}{D}, \\ \text{où la limite } \nu \text{ est définie par } \zeta^2 = \dfrac{x^2}{a^2+\nu^2} + \dfrac{y^2}{b^2+\nu^2}. \end{array} \right.$$

Et la charge totale résultera de la superposition de toutes ces couches. Sa densité ρ égalera évidemment l'intégrale de la première expression (2), prise depuis $\zeta = \gamma$ jusqu'à $\zeta = 1$: son potentiel en un point intérieur se composera de la deuxième (2), intégrée de $\zeta = \gamma$ à $\zeta = 1$, et de la troisième (2), intégrée de $\zeta = 0$ à $\zeta = \gamma$ (intervalle où la limite ν décroîtra de l'infini à zéro); enfin son potentiel en un point extérieur (ou pour $\gamma > 1$) vaudra la troisième (2), intégrée de $\zeta = 0$ à $\zeta = 1$ $\left(\text{intervalle où } \nu \text{ décroîtra de l'infini à la valeur positive qui annule le trinôme } \frac{x^2}{a^2+\nu^2} + \frac{y^2}{b^2+\nu^2} - 1\right)$. D'ailleurs, dans ces deux dernières intégrations, on pourra intégrer en premier lieu par rapport à ζ; ce qui se fera depuis $\zeta =$ la valeur définie par la quatrième (2) jusqu'à $\zeta =$ soit γ, soit 1; après quoi ν variera depuis une valeur ou nulle, ou annulant le trinôme dont il vient d'être parlé, jusqu'à l'infini.

D'après une loi que j'ai démontrée aux *Comptes rendus* (20 mai 1878, p. 1260), l'abaissement w égalera, en chaque point (x, y), le produit du potentiel ainsi obtenu, par un facteur constant, $\frac{\lambda + 2\mu}{4\pi\mu(\lambda + \mu)}$, dépendant de l'élasticité du sol. Pour simplifier les formules, j'attribuerai à ce coefficient la valeur $\frac{2}{3}$. Si, d'ailleurs, on appelle α, β, $\alpha + \beta$ les trois intégrales $\int_0^\infty \frac{a^2}{a^2+\nu^2}\frac{d\nu}{D}$, $\int_0^\infty \frac{b^2}{b^2+\nu^2}\frac{d\nu}{D}$, $\int_0^\infty \frac{d\nu}{D}$, dont la troisième égale la somme des deux premières en vertu de la dernière relation (1), il viendra : 1° pour les points (x, y) intérieurs à la couche,

$$(3) \qquad \rho = \frac{3P}{2\pi ab}\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}, \quad w = P\left(\alpha + \beta - \frac{\alpha x^2}{a^2} - \frac{\beta y^2}{b^2}\right);$$

2° pour les points (x, y) extérieurs à la couche, ou pour $\gamma > 1$,

$$(4) \qquad w = P\left[\alpha + \beta - \frac{\alpha x^2}{a^2} - \frac{\beta y^2}{b^2} + \int_0^\nu \left(\frac{x^2}{a^2+\nu^2} + \frac{y^2}{b^2+\nu^2} - 1\right)\frac{d\nu}{D}\right],$$

où l'intégration s'étend à toutes les valeurs de ν qui rendent positif le trinôme placé sous le signe $\int$. L'expression (4) de w est donc plus grande que ne serait la précédente (3) pour les mêmes points (x, y); en sorte que, hors de l'ellipse d'application des pressions, la surface déformée du sol reste au-dessous du paraboloïde auquel appartient, d'après la seconde (3), sa partie comprise au dedans de la même ellipse. On reconnaît d'ailleurs, en étudiant l'expression (4) de w pour les points (x, y) où γ dépasse peu l'unité, que les deux parties se raccordent ou que, sur l'ellipse même, le plan tangent ne présente pas de discontinuité. La seconde (3) montre que la forme prise par la base d'appui sera bien celle du paraboloïde donné si l'on a

$$(5) \qquad \frac{a^2}{\alpha} = 2PR, \quad \frac{b^2}{\beta} = 2PR'; \quad \text{d'où} \quad \frac{b^2\alpha}{a^2\beta} = \frac{R'}{R}.$$

» Il suit de la troisième (5), en se reportant aux expressions de α et de β, que le rapport de b à a est fonction uniquement du rapport de R' à R, et qu'il varie de zéro à 1 en même temps que ce dernier. *Il y a* donc *toujours une forme possible de l'ellipse de contact, quelle que soit celle du paraboloïde de base,* et comme, de plus, *quand le rapport de* R' *à* R *ne change pas,* α et β sont en raison inverse de a, *chaque dimension de l'ellipse de contact est, en vertu des deux premières* (5) [1], *proportionnelle à la racine cubique du*

[1] Ces équations donnent sensiblement, pourvu que le rapport de R' à R dépasse 0,1 ou même seulement 0,05, $\frac{b}{a} = \left(\frac{R'}{R}\right)^{\frac{2}{3}}$, $a = \left[\frac{\pi PR}{4}\left(3\sqrt[3]{\frac{R}{R'}} - 1\right)\right]^{\frac{1}{3}}$: on en déduit, pour

produit du poids du corps par l'un de ses rayons de courbure principaux R, R'.

» Ainsi, *la base d'appui est elliptique, et,* d'après la première (3), *la couche de sable qui y figure la répartition des pressions a la forme d'un demi-ellipsoïde à axe vertical, son épaisseur décroissant graduellement depuis le centre jusqu'au bord où elle s'annule.*

» On voit, par la deuxième (3), que *l'abaissement, w_0, éprouvé par le centre est la somme des deux, w, produits à une extrémité du grand axe et à une extrémité du petit axe;* et un calcul facile démontre que *l'abaissement moyen de toute la surface de contact égale les trois quarts de l'abaissement w_0 du centre.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une Communication de MM.* Mercadier *et* Vaschy, *relative aux conséquences qu'on peut déduire des relations entre les grandeurs électriques.* Note de M. **Maurice Lévy**, présentée par M. Cornu.

« On sait, depuis les travaux de Faraday, de Weber et Maxwell :

» 1° Que si l'on définit un courant, la quantité d'électricité débitée par seconde, le rapport $\frac{k}{k'}$ des coefficients qui entrent respectivement dans les formules de Coulomb et d'Ampère ne peut être que le carré d'une vitesse [1].

» 2° Que le coefficient k de la formule de Coulomb et, par suite, la grandeur de l'attraction entre deux particules électriques données, varie avec le milieu ou diélectrique qui sépare ces particules.

» D'autre part, Maxwell a été amené, par des expériences peu nombreuses il est vrai, à penser que, dans un milieu transparent, le coefficient k est proportionnel au carré de la vitesse de la lumière dans ce milieu, en sorte que V étant cette vitesse et α une constante *indépendante du milieu,* on aurait

$$k = \alpha V^2. \tag{1}$$

» De ces diverses propositions, MM. Mercadier et Vaschy croient pouvoir conclure :

» (*a*) Que le coefficient k' de la formule d'Ampère est indépendant du milieu;

---

chaque valeur de R, une base d'appui πab d'autant moindre, et des valeurs de ρ d'autant plus fortes, que R' est plus petit.

[1] MM. Mercadier et Vaschy énoncent cette proposition comme nouvelle; je la crois connue depuis Weber. En tout cas, elle est un cas particulier de la formule (4), p. 13 de ma conférence *Sur les unités électriques* (Gauthier-Villars, 1882), et les considérations par lesquelles MM. Mercadier et Vaschy la font précéder sont exposées p. 10, 11 et 12 de ladite conférence.

» (*b*) Que, par suite, il peut être pris égal à l'unité, ce qui distinguerait le système des unités électromagnétiques de tous les systèmes imaginables.

» C'est au sujet de ces conclusions que je voudrais présenter quelques réserves. Je reproduis textuellement le raisonnement des auteurs. Après avoir posé la formule (1), ils ajoutent :

« Si cela est, dans le rapport $\frac{k}{k'}$ qui représente, à un facteur numérique près, le carré d'une vitesse, k' serait un *nombre*, indépendant des unités fondamentales.

» *Dès lors on aurait le droit de prendre ce nombre égal à l'unité* dans la formule d'Ampère pour définir l'unité de courant et l'emploi du système électromagnétique d'unités électriques se trouverait justifié *théoriquement* comme il l'est déjà par des considérations pratiques. »

» C'est la conclusion contenue dans ce dernier alinéa qui ne me semble pas nécessaire.

» En effet, on admet que le rapport $\frac{k}{k'}$ est le carré d'une certaine vitesse W, soit

$$(2) \qquad \frac{k}{k'} = W^2.$$

» Observons d'abord qu'entre cette formule et celle (1), il y a une différence capitale. La vitesse V qui entre dans la formule (1) est parfaitement définie : c'est la vitesse de la lumière dans le milieu auquel se rapporte la valeur de k; tandis que la relation (2) est une simple relation de dimensions, et la vitesse W qui y entre reste absolument indéfinie. Cette vitesse W est-elle la même que celle V? Dépend-elle ou non du milieu auquel se rapportent les valeurs de k et de k'? La formule (2) est muette sur ces questions.

» Ceci posé, des relations (1) et (2) on tire pour k' l'expression

$$k' = \alpha \frac{V^2}{W^2}.$$

» Le coefficient α est bien indépendant du milieu; mais en est-il de même du rapport $\frac{V^2}{W^2}$? On l'ignore absolument, puisque la vitesse W est entièrement inconnue. Or, s'il n'en est pas indépendant, on ne peut pas prendre k' égal à l'unité et tout le raisonnement des auteurs tombe.

» Pour que ce raisonnement devînt juste, c'est-à-dire pour que k' fût effectivement indépendant du milieu, il faudrait, d'après cela, que le rapport $\frac{V}{W}$ le fût; en d'autres termes, il faudrait, outre le *théorème* (seul invo-

qué par les auteurs) qui dit que $\frac{k}{k'}$ a les dimensions du carré d'une certaine vitesse W, admettre l'*hypothèse* (passé, par eux, sous silence) que, dans chaque milieu transparent, cette vitesse W est égale ou proportionnelle à la vitesse même V de la lumière dans ledit milieu.

» Cette hypothèse, absolument nouvelle, absolument gratuite, est-elle admissible? Le seul fait qu'elle conduit à la conséquence indiquée par les auteurs, c'est-à-dire à cette conséquence que k' serait indépendant du milieu, me semble de nature à la faire rejeter.

» En effet, si, comme l'indique la variabilité du coefficient k, c'est la présence d'un milieu continu qui donne naissance aux forces qui nous apparaissent comme des actions à distance, ce milieu doit intervenir dans *toutes* les actions, qu'elles soient d'essence électrostatique ou d'essence électrodynamique; s'il intervenait dans les deux sortes d'actions par une seule et même qualité, par exemple par sa densité, il s'ensuivrait qu'en passant d'un milieu dans un autre, les coefficients k et k' devraient se modifier dans le même rapport. Mais cette hypothèse, quoique moins invraisemblable *a priori* que celle qui amène les auteurs à regarder le milieu comme n'intervenant pas du tout dans la production des actions électrodynamiques ou magnétiques, n'est pas non plus probable. Le rapport $\frac{k}{k'}$ dépend, sans doute, du milieu, mais sans que la vitesse dont il représente le carré soit égale ou proportionnelle à celle qui figure dans la formule (1), l'une d'elles étant la vitesse de la lumière, l'autre pouvant être la vitesse de propagation des mouvements vibratoires d'une autre nature dont le milieu serait susceptible, et le rapport des deux devant dépendre des coefficients de polarisation magnétique et diélectrique du milieu.

» Les expériences que promettent les savants auteurs peuvent seules décider, en dernier ressort, en cette matière; mais, par les raisons ci-dessus indiquées, il paraît bien improbable qu'elles puissent confirmer leurs prévisions. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur l'expression des grandeurs électriques dans les systèmes électrostatique et électromagnétique, et sur les relations qu'on en déduit.* Deuxième Note de MM. **E. Mercadier** et **Vaschy**, présentée par M. Cornu.

« Dans une première Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 8 janvier 1883, nous avons montré que le rapport entre les coefficients k et k'

des formules de Coulomb et d'Ampère représente *nécessairement* le carré d'une vitesse; et nous avons indiqué la probabilité qu'il y avait pour que ce fût le numérateur du rapport k (coefficient de la loi électrostatique de Coulomb) qui possédât cette propriété, k' devant être un coefficient *numérique*.

» Les premières expériences faites pour confirmer ces propositions ont porté sur la détermination de la nature de ce dernier coefficient.

» I. Nous avons pris une sorte de bobine d'induction dans laquelle un espace vide était ménagé entre les deux circuits secondaire et primaire, et disposée de manière à pouvoir être complètement plongée dans des milieux différents, air, alcool, huile, glycérine, benzine, pétrole. Le circuit primaire était relié à une pile dont on faisait passer ou on interrompait le courant à l'aide d'une clef : les quantités d'électricité développées aussi par induction dans le circuit secondaire étaient mesurées par la déviation d'un galvanomètre Thomson.

» Soient i l'intensité du courant dans le circuit inducteur, M le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits, R la résistance du circuit induit et Q la quantité d'électricité induite. En partant de la formule d'Ampère et s'appuyant sur le principe de la conservation de l'énergie, on écrit ordinairement

$$Q = \frac{Mi}{R},$$

et si l'on veut tenir compte de ce qu'il peut y avoir dans le voisinage d'autres circuits, au nombre desquels on comprendra les aimants et les corps magnétiques, on n'a qu'à ajouter à Q un terme de la forme

$$\frac{\Sigma(M_n I_n)_0^\theta}{R},$$

$\Sigma(M_n I_n)_0^\theta$ étant la variation de $\Sigma M_n I_n$ pendant la durée θ du phénomène d'induction.

» Mais la formule ainsi complétée est obtenue en supprimant le coefficient k', dans la formule d'Ampère

$$f = k' \frac{ii'\,ds\,ds'}{r^2}(2\cos\theta - 3\cos\alpha\cos\alpha').$$

» Pour le rétablir, il suffit de remplacer partout i par $i\sqrt{k'}$, ce qui donne

$$Q = \left[\frac{Mi}{R} + \frac{\Sigma(M_n I_n)_0^\theta}{R}\right]\sqrt{k'}.$$

» On voit alors que si les quantités Q, mesurées quand les circuits de la bobine sont plongés dans divers milieux, sont les mêmes, M, M_n étant des intégrales géométriques, qui sont indépendantes de ces milieux comme i, I_n et R, il en résultera que k' est une constante *absolue*, indépendante des milieux, de la nature des expériences, des unités fondamentales de temps, longueur et masse.

» Or c'est ce qui résulte des trois séries suivantes d'expériences, où les déviations indiquées sont les moyennes de plusieurs observations identiques pour la plupart, les autres ne différant pas d'une demi-division de l'échelle en millimètres qui servait à mesurer les déviations :

N° des séries.	Circuits. Inducteur.	Circuits. Induit.	Pile.	Constante du galvanom. pour 1 microcoul.	Déviations galvanométriques dans air.	alcool.	huile.	glycérine.	benzine.	pétrole.
1.....	450t de fil de Cu de 0mm,25	id	50 Callaud en tension	»	11,5	11,5	11,5	»	»	»
2.....	id	650 tours	6 groupes de 8él Callaud	»	69	69	69	69	69	69
3.....	id	id	6 groupes de 16él Callaud	393	157	»	»	157	»	157

» D'après les idées universellement admises, les coefficients des formules de magnétisme et d'électromagnétisme seraient analogues à k', par conséquent ils devraient être comme lui indépendants des milieux.

» Cela résulterait, pour l'électromagnétisme, des expériences précédentes où nous avons pu constater des actions électromagnétiques sensibles, et, pour le magnétisme, des expériences suivantes :

» II. L'action d'un aimant sur une aiguille aimantée renfermée dans une cage de verre qui la préservait des agitations de l'air restait invariable quand on mettait en mouvement dans son voisinage des masses non magnétiques quelconques.

» III. Un aimant agissait exactement de la même manière sur un galvanomètre très sensible, lorsqu'il était renfermé ou non dans une enveloppe de verre épaisse, et lorsqu'on remplissait cette enveloppe d'eau ou de pétrole.

» IV. On place dans *une même auge* en verre un aimant et une aiguille aimantée suspendue à un fil de soie et munie d'un miroir destiné à mesurer la déviation. Une déviation d'environ $0^m,34$ à $1^m,50$ du miroir ne change

pas quand, en remplissant l'auge de liquides, l'aimant et l'aiguille sont plongés *tous deux* dans le pétrole et la glycérine et séparés l'un de l'autre par une colonne de liquide de $0^m,20$ de largeur.

» Ces expériences paraîtront sans doute suffisantes pour qu'on puisse admettre : 1° que le coefficient k' des formules d'Électrodynamique est une constante absolue ; 2° qu'il en est de même des coefficients des formules de magnétisme et d'électromagnétisme ; 3° que, k' étant une constante absolue, *le coefficient k de la loi de Coulomb est le carré d'une vitesse.*

» On peut ajouter que cette vitesse (en laissant de côté pour le moment la question de savoir si c'est précisément celle de la lumière) est d'environ 300000^{km} par seconde : car ce dernier nombre est à peu près la moyenne de ceux qu'on a trouvés expérimentalement en mesurant le rapport des unités électromagnétique et électrostatique de quantité d'électricité, et ce dernier rapport est précisément égal à $\sqrt{\frac{k}{k'}}$ dans l'air.

» Nous continuons d'ailleurs nos expériences sur ce sujet. »

PHYSIQUE. — *Observations sur la dernière Communication de M.* C.-W. Siemens; par M. **J. Violle.**

« Dans sa dernière Communication à l'Académie, M. C.-W. Siemens m'a fait l'honneur de me citer, en déclarant accepter entièrement les conclusions de M. Langley : « Les déterminations de M. Violle, qui donnent » pour la température de la photosphère le chiffre de 1500° seulement, » aboutissent à un résultat beaucoup trop bas; on peut démontrer que » cette température, certainement supérieure à 1800°, l'est peut-être de » beaucoup. »

» Mais, d'après le Mémoire que j'ai publié en 1876 sur la température du Soleil (*Journal de Physique*, t. V; *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X), le nombre 1500° ne désigne pas la température de la photosphère. Il représente la température que, suivant la loi de Dulong et Petit, devrait posséder un disque *doué de pouvoir émissif égal à l'unité* et de diamètre apparent égal à celui du Soleil, pour que ce disque imaginaire nous envoyât, dans le même temps, la même quantité de chaleur que nous envoie réellement le Soleil. C'est ce que j'ai appelé la *température effective* du Soleil. En même temps, j'avais eu soin de remarquer que, en supposant à la surface du Soleil un pouvoir émissif égal à celui des sources incandescentes à atmosphère gazeuse, on trouvait ainsi pour la *température vraie* de

la surface du Soleil la valeur moyenne 2500°. A l'époque où je publiais ces résultats de mes mesures actinométriques, je ne doutais pas d'ailleurs qu'ils ne dussent un jour être un peu relevés, quand la loi du rayonnement à hautes températures serait mieux connue. Et en effet, les expériences que j'ai faites depuis sur ce sujet (*Comptes rendus*, avril et mai 1881) conduisent à une valeur de la *température vraie moyenne* de la surface solaire d'environ 3000°, le nombre même que propose M. Siemens.

» En outre, j'ai toujours soutenu que la température moyenne de la surface du Soleil est nécessairement comprise dans les limites des températures extrêmes (arc voltaïque ou four Siemens), que nous savons produire à la surface de la Terre.

» Dans le même Mémoire, en effet, j'ai montré que :

» 1° Bien qu'on ait souvent avancé le contraire, l'intensité de la radiation émise par une veine d'acier fondu, au sortir du four Martin-Siemens (à 1500° environ), est une fraction parfaitement appréciable de l'intensité de la radiation solaire.

» 2° L'excès thermométrique, dans un actinomètre exposé au Soleil, diminue sensiblement quand la température de l'enceinte s'élève seulement de quelques centaines de degrés, ce qui prouve que 100° ou 200° ne sont pas négligeables en face de la température de la surface du Soleil, comme le pensait Waterston. »

PHOTOGRAPHIE. — *Epreuves photographiques positives, sur papier, obtenues directement.* Note de MM. **Ch. Cros** et **Aug. Vergeraud**. (Extrait.)

« Il nous a paru intéressant de reproduire immédiatement les images positives par l'action de la lumière. Nous avons mis à profit : 1° la facile réduction des bichromates solubles, mêlés à certaines matières organiques, 2° l'insolubilité relative du bichromate d'argent.

» Nous recouvrons un papier convenable d'une solution de 2^{gr} de bichromate d'ammoniaque, 15^{gr} de glucose et 100^{gr} d'eau. On sèche; on expose à la lumière sous un positif (calque, objet plat, image sur verre). Lorsque les parties découvertes du papier, franchement jaunes d'abord, sont devenues grises, on cesse la pose et l'on immerge dans un bain de 1^{gr} d'azotate d'argent pour 100^{gr} d'eau, additionné de 10^{gr} d'acide acétique.

» L'image apparaît immédiatement, en teinte sanguine, constituée par du bichromate d'argent. En effet, partout où la lumière a agi, le bichromate est réduit par la glucose; partout où les opacités variables du modèle

appliqué ont protégé, à divers degrés, la couche sensible, le bichromate d'argent se forme, insoluble dans l'eau du lavage subséquent. Si l'on sèche au feu, l'image reste rouge; si l'on sèche en plein air, à la lumière, surtout au soleil, elle devient brun foncé.

» Les émanations d'acide sulfhydrique noircissent ces images sur papier sec; un bain de sulfite de cuivre et de potasse donne un noir neutre intense.

» Nous avons l'honneur de présenter des spécimens à l'Académie. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la silice hydraulique*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai déjà entretenu l'Académie des recherches que je poursuis sur les ciments depuis deux ans ([1]).

» M. Landrin, qui étudie le même sujet, a fait, dans la dernière séance de l'Académie, une Communication ayant pour objet de réserver ses droits de priorité sur différents résultats qu'il a obtenus. Je crois, de mon côté, devoir maintenir mes droits de continuer des recherches sur le même sujet, en montrant que les résultats annoncés par M. Landrin sont depuis longtemps dans le domaine public, sauf un seul, fort intéressant il est vrai, qui serait nouveau, c'est la non-hydraulicité de la silice provenant de la fabrication de l'acide hydrofluosilicique.

» 1° et 2° La silice provenant de la décomposition des silicates alcalins par les acides *a la propriété, mélangée avec la chaux pure, de faire prise sous l'eau.* Ce fait a été établi dès 1818 par Vicat, qui, après avoir décrit ses expériences sur les différentes variétés de silice, conclut ainsi :

« Ces expériences prouvent que, sans être soluble dans les acides, la silice peut former un bon ciment hydraulique avec la chaux grasse; il suffit pour cela que sa cohésion soit beaucoup moindre que celle dont elle est douée dans le quartz ([2]). »

» 3° *Les pouzzolanes ne doivent leurs propriétés hydrauliques qu'à la silice hydraulique qu'elles contiennent.* Cette théorie a été formulée, en 1827, par M. Girard de Caudemberg qui, après avoir rapporté ses expériences, s'exprime ainsi :

« Il demeure démontré que la condition nécessaire à l'existence d'une bonne pouzzolane

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 867.

([2]) Vicat, *Résumé des connaissances positives actuelles sur les mortiers et ciments calcaires, suivi de Notes et Tableaux d'expériences justificatives*, p. 95.

argileuse est que la silice s'y trouve isolée des autres oxydes, et pourtant dans un état propre à former des combinaisons nouvelles ([1]). »

» Cette théorie a encore été appuyée par la remarque suivante de Rivot :

« Les pouzzolanes ont pour propriété commune de se laisser facilement attaquer par les acides et les alcalis, en cédant à ses agents de la voie humide une forte proportion de silice ([2]). »

4° *La silice hydraulique est la base du calcaire du Theil.* L'existence, dans les calcaires à chaux hydraulique, de silice hydraulique, c'est-à-dire de silice soluble dans les alcalis, a été signalée en 1822 par Berthier.

« Le calcaire de Senonches laisse dans les acides un résidu farineux qui se dissout dans la potasse caustique même à froid et qui se comporte en tout comme de la silice que l'on aurait séparée d'une combinaison ([3]). »

» *La cuisson du calcaire du Theil n'a donc pour objet que la décomposition du carbonate de chaux; il n'est pas nécessaire de recourir à l'intervention de la formation et de l'hydratation d'un silicate de chaux, pour expliquer la prise de la chaux produite.* C'est la théorie allemande des chaux hydrauliques, proposée en 1833 par Fuchs, en opposition avec la théorie de Vicat; elle a été reprise successivement par différents chimistes, notamment par Feichtinger; mais son inexactitude était déjà démontrée d'avance, par les expériences de Vicat, et même à une date antérieure, en 1813, par les observations de Collet-Descostils sur la chaux de Senonches. Ces auteurs ont, en effet, reconnu qu'après la cuisson la silice n'est plus à l'état de simple mélange, mais en combinaison avec la chaux. »

CHIMIE. — *Sur les déplacements mutuels des bases dans les sels neutres, les systèmes restant homogènes.* Note de M. N. Menschutkin, présentée par M. Wurtz.

« Ayant découvert des procédés pour doser volumétriquement l'ammoniaque, ainsi que les ammoniaques composées par les alcalis, qui sont fon-

---

([1]) Girard de Caudemberg, *Notice sur de nouveaux mortiers hydrauliques.*

([2]) Rivot *et* Chatoney, *Considérations générales sur les matériaux hydrauliques* (*Annales des Mines*, année 1856, p. 505).

([3]) Berthier, *Analyses de différentes pierres à chaux* (*Annales des Mines*, 1822, p. 88).

dés sur les déplacements mutuels des bases, j'ai cru devoir étudier cette réaction, devenue classique. Dans cette première Note, je demande la permission de présenter à l'Académie les faits relatifs au déplacement de l'aniline.

» L'aniline ne présente pas une réaction alcaline, mise en présence de la phénolphtaléine ou de l'acide rosolique; les sels d'aniline sont tous d'une réaction acide. En ajoutant à une solution aqueuse d'un sel d'aniline, en présence des indicateurs nommés, une solution d'une base quelconque, ayant une réaction alcaline, on voit que l'aniline est déplacée, parce qu'il n'y a pas apparition de la teinte alcaline. Les essais suivants montrent qu'il y a déplacement total en système homogène et par une quantité équivalente de la base.

» Les essais furent exécutés avec le chlorhydrate, le nitrate et l'acétate d'aniline en solution aqueuse, et les alcalis, l'ammoniaque, la triéthylamine et la baryte. Les bases étaient en solutions titrées correspondant, à peu de chose près, aux solutions à $\frac{1}{10}$ de gramme de leurs poids moléculaires par litre. L'expérience se fait comme dans un essai alcalimétrique : on pèse un certain poids du sel d'aniline, on le dissout dans l'eau et l'on titre par la solution de la base jusqu'à l'apparition de la teinte alcaline.

» Les nombreux essais faits de la manière décrite sont condensés dans le Tableau suivant. Pour chaque sel d'aniline, il y a deux colonnes : dans la première le dosage est fait dans une solution aqueuse concentrée; dans la seconde colonne, dans une solution à $\frac{1}{10}$ du poids moléculaire du sel d'aniline. La quantité d'acide contenue dans le sel d'aniline est posée égale à 100, pour rendre possible la comparaison du déplacement d'aniline dans les divers sels, quoique cette expression exagère les fautes commises dans le dosage. Par exemple, la quantité d'acide chlorhydrique dans le chlorhydrate d'aniline est de 28,18 pour 100; ayant trouvé à l'analyse 28,38 pour 100, cette quantité devient 100,7 en rapportant à la quantité de l'acide égale à 100. La différence dans le premier cas n'est que de 0,2 pour 100, tandis que dans le second elle est de 0,7 pour 100.

Déplacement de l'aniline par les quantités équivalentes des bases:

Bases.	$C^6H^7N.HCl$.		$C^6H^7N.NHO^3$.		$C^6H^7N.C^2H^4O^2$.	
KHO.....	»	»	»	»	»	100,3
NaHO....	99,9	»	100,3	»	99,8	99,9
$Ba(HO)^2$..	100,6	100,7	100,4	99,8	100,0	100,2
NH^3......	100,6	»	100,6	»	»	»
$(C^2H^5)^3N$..	100,7	100,8	100,8	100,8	100,4	100,8

» Ce Tableau montre que l'aniline est déplacée complètement de ses sels par une quantité équivalente de la base et en système homogène. M. Thomsen est arrivé au même résultat en étudiant dans le calorimètre l'action du sulfate d'aniline avec la soude. Les deux méthodes concordent dans ce cas et le déplacement total de l'aniline par les bases étudiées est en accord avec le principe du travail maximum de M. Berthelot. Voici les chaleurs de combinaison de ces bases avec l'acide chlorhydrique exprimées en grandes calories :

KHO.	NaHO.	$\frac{1}{2}$Ba(HO)^2.	NH^3.	(CH^3)^{3}N.	C^{6}H^5.H^{2}N.
13,7	13,7	13,8	12,3	8,7	7,4

» Ainsi, mes expériences montrent que, contrairement à la théorie de Berthollet, laquelle demande une répartition des bases d'avec l'acide, dans un système homogène, dans le cas actuel, il y a déplacement total, les conditions physiques durant l'expérience restant identiques. Les bases plus fortes, prises en quantités équivalentes, déplacent complètement l'aniline, la base la plus faible.

» D'après la théorie de Berthollet, non seulement l'affinité, mais aussi la masse chimique influe sur la répartition des bases et de l'acide. J'ai augmenté la quantité d'aniline en prenant 4 et 8 molécules d'aniline contre une molécule de la base, déplaçant l'aniline. En travaillant avec les solutions aqueuses du sel d'aniline à $\frac{1}{10}$ du poids moléculaire, l'excès d'aniline reste dissous, par conséquent le système homogène. Les expériences furent exécutées comme il a été décrit plus haut et sont résumées dans le Tableau suivant, la quantité d'acide dans le sel d'aniline étant égale à 100.

Influence de la masse chimique de l'aniline sur son déplacement par les bases.

	HCl +		HNO^3 +		C^{2}H^{4}O^2 +	
Bases.	4C^{6}H^{7}N.	8C^{6}H^{7}N.	4C^{6}H^{7}N.	8C^{6}H^{7}N.	4C^{6}H^{7}N.	8C^{6}H^{7}N.
KHO.....	100,4	100,6	100,6	100,7	100,6	100,4
NaHO....	100,8	100,7	100,1	100,6	100,6	100,7
Ba(HO)^2 ..	100,8	100,7	100,3	100,3	100,0	100,4
(C^{2}H^5)^{3}N..	100,3	100,6	100,0	100,4	100,2	100,4

» Le déplacement de l'aniline par une quantité de base équivalente à l'acide est total. La masse chimique d'aniline n'a aucune influence sur son déplacement, quoique les conditions de l'expérience soient les plus favorables à la théorie de Berthollet; il y a homogénéité complète du système durant l'expérience, laquelle se fait à la température ambiante.

» On pourrait faire une seule objection à ces expériences : elles sont

faites dans les dissolutions aqueuses. Or, on pourrait dire que l'eau décompose les sels d'aniline, ce qui est la cause du déplacement total de l'aniline. Pour écarter cette objection, j'ai répété les dernières expériences en solutions alcooliques (à 95° Tralles) et en présence d'excès d'aniline indiqué dans le Tableau suivant :

	HCl +	HNO^3 +		$C^2H^4O^2$ +	
Bases.	$8C^6H^7N$.	$8C^6H^7N$.	$10C^6H^7N$.	$4C^6H^7N$.	$8C^6H^7N$.
KHO.......	100,3	99,9	100,6	100,0	99,9
NaHO......	100,7	100,6	100,2	100,0	100,2
$Ba(HO)^2$....	100,5	99,6	»	99,9	100,3

» Le déplacement d'aniline est encore total. La théorie de Berthollet ne peut pas s'appliquer à ces expériences.

» Comme le dosage indiqué des sels d'aniline peut être appliqué aux autres amines n'ayant pas de réaction alcaline, il est à présumer que leurs déplacements par les bases donneront une quantité imposante de faits contraires à la théorie de Berthollet.

» Dans les Notes suivantes, je traiterai des déplacements de la triéthylamine et de l'ammoniaque par les alcalis. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les causes capables d'influer sur la teneur en ammoniaque des eaux pluviales*. Note de M. **A. Houzeau**. (Extrait.)

« On admet généralement que les eaux météoriques empruntent l'ammoniaque à l'atmosphère, qui la contiendrait probablement à l'état de matière saline. C'est un sujet dont je m'occupe; mais on n'est pas d'accord sur la proportion même d'ammoniaque que ces eaux renferment. Chaque auteur donne des chiffres différents.

» Or, j'ai reçu dernièrement d'Algérie des eaux de pluie dans lesquelles il m'a été impossible de déceler la moindre trace d'ammoniaque, alors qu'en 1869 j'avais trouvé, dans l'eau du Nil, prise à différentes époques de sa crue, de $0^{mgr},07$ à $1^{mgr},2$ d'ammoniaque par litre [1]. Ce serait cependant une erreur de conclure que ces eaux météoriques d'Algérie n'ont jamais été ammoniacales puisque j'ai fait voir, dans un travail antérieur [2], avec quelle rapidité les eaux perdent ce principe sous l'influence de la lu-

(1) A. Houzeau, *Sur la composition du limon et de l'eau du Nil considérée au point de vue agricole. Comptes rendus*, tome LXVIII, page 612.

(2) A. Houzeau, *Recherches sur la disparition de l'ammoniaque contenue dans les eaux* (*Comptes rendus*, septembre 1876).

mière du Soleil. Le temps écoulé, entre le moment de la prise d'eau et celui où l'analyse a été faite, est donc un facteur important dans le résultat obtenu.

» J'en trouve un exemple dans les dosages que j'opère régulièrement, depuis six ans, sur des échantillons d'eau de pluie tombée à Rouen, représentant une fraction moyenne de la pluie totale recueillie chaque mois par M. Ludovic Gully. L'udiomètre étant à l'abri du Soleil, du moins le récipient où se rend l'eau, je puis affirmer que la chaleur agit comme la lumière, ce que j'ai d'ailleurs démontré directement dans mon travail de 1876. Pendant six ans, et sans exception, les eaux recueillies en totalité pendant le mois le plus chaud de l'année, le mois de juillet, n'ont offert, pas plus à ma méthode qu'au procédé de M. Boussingault, la moindre trace d'ammoniaque. J'attribue l'absence de cet alcali, non pas à sa volatilisation, mais à son absorption, du moins en partie, par la matière organique que ces eaux renferment.

» Une autre cause qui influe considérablement aussi sur la teneur en ammoniaque de l'eau pluviale est la quantité d'eau tombée mensuellement. C'est ce qui résulte, d'une façon générale, de l'inspection des tableaux que j'ai obtenus. A part certains cas exceptionnels, dont je recherche la cause, les tableaux montrent que, moins il tombe de pluie, plus celle-ci est riche en ammoniaque. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De l'action de certains métaux sur les huiles.* Note de M. **Ach. Livache.**

« L'action des métaux sur les huiles et, en particulier, sur les huiles siccatives, a été, de la part de M. Chevreul, l'objet d'études d'une grande importance (*Mémoires de l'Académie,* t. XXII). De ces études il résulte que, dans certaines circonstances, les métaux exercent une influence notable sur l'oxydation des huiles : l'huile de lin, par exemple, devient rapidement siccative lorsqu'elle est étendue à la surface d'une lame de plomb. J'ai pensé que l'action des métaux pourrait être plus efficace, si l'on opérait, non plus avec des feuilles métalliques, comme l'a fait M. Chevreul, mais avec des métaux amenés à un grand état de division, tels qu'on les obtient par précipitation. C'est ce que l'expérience vérifie.

» J'ai étudié particulièrement l'action exercée sur les huiles par le plomb, le cuivre et l'étain : parmi ces métaux, c'est le plomb qui agit le plus énergiquement.

» Le plomb employé dans les expériences a été préparé par précipitation d'une solution saline, au moyen d'une lame de zinc; il a été lavé rapidement à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther, et enfin séché dans le vide. Si l'on humecte d'une certaine quantité d'huile le plomb ainsi préparé et si on l'expose ensuite à l'air, on constate, dans un temps très court, une augmentation de poids, et cette augmentation de poids est d'autant plus grande que l'on emploie une huile plus siccative. En opérant, par exemple, avec de l'huile de lin crue, l'augmentation de poids atteint son maximum après 36 heures, tandis que, simplement exposée à l'air, cette même huile eût exigé plusieurs mois pour atteindre ce maximum. En même temps, on voit se former un produit solide et élastique, analogue à celui que l'on obtient en exposant à l'air de l'huile de lin cuite. Avec les huiles non siccatives, l'augmentation de poids, beaucoup plus faible, demande pour être complète un temps plus long.

» Les résultats que je viens de faire connaître ne peuvent pas être attribués à une simple division de la matière, qui permettrait une circulation d'air plus active, car la même expérience, faite avec diverses substances en poudre fine, ne permet de constater aucune augmentation de poids semblable; les choses se passent alors comme dans le cas d'une huile exposée simplement à l'air, en couche mince.

» L'expérience précédente, faite avec diverses huiles, montre que les augmentations de poids sont sensiblement proportionnelles, sauf pour l'huile de coton, à celles qu'on observe dans les acides gras des mêmes huiles, exposés à l'air pendant plusieurs mois (elles ne sont plus fortes que par suite de la difficulté que l'air rencontre pour pénétrer dans la masse des acides gras). C'est ce que montre le tableau suivant :

Huiles mises en expérience avec le plomb précipité.	Augmentation de poids maximum.		Augmentation de poids des acides gras exposés à l'air pendant huit mois.
	Après deux jours. Pour 100.	Après sept jours. Pour 100	Pour 100.
Lin...........	14,3	»	11
Noix..........	7,9	»	6
OEillette.......	6,8	»	3,7
Coton.........	5,9	»	0,8
Faîne.........	4,3	»	2,6
Colza	0,0	2,9	2,6
Sésanne	0,0	2,4	2,0
Arachide	0,0	1,8	1,3
Navette........	0,0	2,9	0,9
Olive.........	0,0	1,7	0,7

» L'huile de coton, qui est une huile siccative, présente seule une anomalie : les acides gras qu'elle fournit ne subissent qu'une augmentation de poids très faible. C'est là, sans doute, la raison pour laquelle on peut, dans l'industrie, lui faire jouer le double rôle d'huile siccative ou d'huile non siccative, en la mélangeant, soit à l'huile de lin, soit à l'huile d'olive.

» C'est, du reste, à l'action directe du métal, et non pas, comme on pourrait le croire, à l'action de l'air, qu'est due la transformation qui permet ensuite à l'huile d'augmenter de poids et de changer d'état physique en s'oxydant. Si, en effet, on met en présence, à l'abri de l'air, de l'huile de lin crue et une petite quantité de plomb précipité, en ayant soin d'agiter de temps en temps, on voit bientôt l'huile prendre une teinte légèrement rougeâtre; étendue alors sur une lame de verre, en couche mince et au contact de l'air, cette fois, l'huile se décolore et sèche aussi rapidement que l'huile cuite, en accusant une augmentation de poids aussi grande. Le contact du plomb précipité, à l'abri de l'air, a donc communiqué à l'huile la propriété d'absorber rapidement l'oxygène.

» En étudiant l'oxydation des huiles, M. Cloez a montré que cette oxydation est toujours accompagnée de la disparition totale de la glycérine; il est permis d'admettre que, au cours du phénomène que je viens de relater, c'est sur cette glycérine également que le plomb précipité agit en la modifiant. Si, en effet, dans un flacon, on met, à l'abri de l'air, de la glycérine et du plomb précipité, on voit rapidement le plomb disparaître, s'oxydant aux dépens d'une partie du produit et se dissolvant ensuite. D'autre part, si l'on prend, d'un côté, de l'huile de lin crue; d'un autre, de l'huile de lin crue sur laquelle on fait agir le plomb précipité à l'abri de l'air, et si ensuite on vient à humecter du plomb précipité avec ces deux huiles, au contact de l'air cette fois, on constate, dans ces circonstances, une augmentation de poids identique, et, par suite, une égale capacité d'absorption de l'oxygène, proportionnelle, comme je l'ai montré, à l'augmentation de poids des acides gras pris isolément.

» Les faits précédents expliquent, en outre, comment, par une simple digestion à froid, mais prolongée, de l'huile de lin avec de la litharge ou du minium, on a pu obtenir des huiles séchant rapidement à l'air ; néanmoins, le produit ainsi obtenu conserve toujours *du gras*, il sèche moins bien et moins rapidement que l'huile cuite. La cuisson, en effet, surtout si elle est prolongée et faite à température suffisamment élevée, produit toujours une décomposition partielle de la glycérine.

» L'étude d'autres métaux précipités, tels que le cuivre et l'étain, ne

donne que des résultats peu intéressants : ils n'augmentent que faiblement la siccativité ; c'est là ce qu'avait déjà indiqué M. Chevreul, en opérant sur des lames de ces métaux.

» En résumé, il semble que, de l'action du plomb précipité sur les huiles siccatives, l'industrie puisse tirer certains avantages.

» En premier lieu, elle trouvera dans les faits que je viens de faire connaître un moyen rapide de distinguer les huiles siccatives (lin, noix, faîne, œillette et coton) des huiles non siccatives : l'addition si fréquente de l'huile de coton, par exemple, soit à l'huile de lin, soit à l'huile d'olive, peut être ainsi facilement décelée.

» En second lieu, elle y pourra trouver encore le moyen de remplacer avantageusement la cuisson des huiles par un simple battage, ou, plus facilement encore, par une circulation au contact de l'air et à froid, de l'huile de lin sur des lames de fer ou de zinc, à la surface desquelles on aurait précipité du plomb métallique. Les huiles ainsi obtenues se montreront toujours moins colorées et conserveront une grande fluidité, tandis que, du même coup, on évitera les odeurs infectes et les dangers d'incendie que présente la fabrication actuelle. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Calcification des reins, parallèle à la décalcification des os, dans l'intoxication subaiguë par le sublimé corrosif. Augmentation de la proportion des parties minérales d'un tibia, consécutive à la désarticulation de l'autre tibia.* Note de MM. **J.-L. Prevost** et **G. Frutiger** (*de Genève*).

« Cette Note est le résumé de nombreuses expériences, faites sur les mammifères (lapins, cochons d'Inde, rats, chats, chiens), dans le but d'étudier l'action du sublimé corrosif, administré surtout par voie hypodermique, sous forme de solution aqueuse, ou sous forme de peptonate de mercure à 1 pour 100 [1].

» J'ai constaté, comme l'avait fait Saikowsky (*Archives de Virchow*, XXXVII) que l'intoxication par le sublimé produit des dépôts plus ou moins abondants de sels calcaires dans la substance corticale du rein. Cetie calcification, qui pourrait au premier abord être confondue avec une stéatose, débute par les tubuli droits de la substance corticale, et peut

(1) Ces recherches seront publiées *in extenso* dans la *Revue médicale de la Suisse romande*. Genève, 1882 et 1883.

envahir les *tubuli contorti*, tout en ménageant la substance médullaire. Elle est souvent assez intense pour que des reins desséchés prennent l'aspect de reins pétrifiés.

» Cette calcification, plus accusée chez les rongeurs, peut aussi s'observer chez le chat, et même, quoique plus difficilement, chez le chien. Ce n'est ni à une stéatose, ni à un processus différent que l'on a affaire chez les rongeurs, comme Saikowsky l'avait admis pour le chien. Si l'altération est moindre chez ces animaux, elle est du moins de même nature que chez les rongeurs.

» L'injection des doses massives de sublimé, amenant la mort en trois ou quatre jours (lapin, 0,03 à 0,04 $HgCl^2$; cochon d'Inde, 0,003 à 0,004 $HgCl^2$; rat, 0,001 à 0,002 $Hg\,Cl^2$), tout en étant insuffisantes pour tuer l'animal en vingt-quatre heures, produisent la calcification plus facilement que des injections successives de faibles doses de sublimé.

» J'ai pu constater que, parallèlement à la calcification des reins, il se produit une décalcification des os, qui, dans deux cas, fut assez accusée chez le lapin pour rendre les épiphyses des os longs mobiles sur les diaphyses.

» Pour évaluer la valeur de la perte en calcaire que subissent les os, chez les animaux intoxiqués, j'ai fait avec M. Frutiger, chimiste, assistant à l'Université de Genève, de nombreuses recherches comparatives sur des séries de lapins et de cochons d'Inde de même poids, dont un était gardé comme témoin et les autres empoisonnés par le sublimé. Le tibia fut toujours choisi pour apprécier par l'analyse la valeur pour 100 des parties minérales des os [1].

---

[1] Le procédé analytique suivi par M. Frutiger consista à traiter par l'eau, pendant douze à dix-huit heures, les os réduits en fragments, dépouillés autant que possible de leurs parties molles et de leur moelle, et enfermés dans un nouet de linge. On les épuise ensuite par l'alcool bouillant jusqu'à ce que ce liquide ne dissolve plus de graisse, on les dessèche pendant une demi-heure environ à 180° pour les rendre plus friables. Ces os sont soigneusement broyés en poudre impalpable, introduits dans un appareil à déplacement et épuisés par l'éther bouillant pendant environ deux heures; temps nécessaire pour les priver de graisse. Ils sont alors introduits dans un tube bouché à l'émeri, qui est laissé ouvert pendant trente heures dans une étuve chauffée à 130°, et pesés après refroidissement dans un exsiccateur. Cette opération est répétée jusqu'à ce que le poids soit constant dans deux pesées successives. On calcine alors dans un vase de platine; les cendres sont humectées avec une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque, puis l'on évapore à siccité au bain-marie. Ensuite on calcine au rouge sombre et on pèse après refroidissement. La recarbonatation est répétée jusqu'à ce que deux pesées successives donnent le même résultat.

» Ces expériences nous ont fait constater, chez les animaux intoxiqués, une diminution des parties minérales du tibia, atteignant habituellement — 2 pour 100 à — 4 pour 100 et pouvant atteindre — 9 pour 100 à — 10 pour 100. La proportion de la diminution des parties minérales du tibia fut en relation parallèle avec le degré de l'altération des reins.

» Dans le but d'obtenir des résultats encore plus exacts, nous avons désarticulé une jambe, afin de prendre le tibia désarticulé comme témoin de la déperdition de calcaire que présenterait l'autre tibia du même animal intoxiqué par le mercure, après sa guérison de l'amputation. Nous avons alors constaté que la désarticulation d'un tibia produit, dans l'autre tibia, une augmentation progressive de la proportion des cendres rapportées à 100, qui s'est élevée jusqu'à + 2 pour 100 et + 3 pour 100.

» Une série de cinq lapins A, B, C, D, E sont désarticulés du tibia gauche, et l'on trouve, en comparant le tibia droit au tibia gauche désarticulé, les chiffres suivants :

	Cendres du tibia droit. Augmentation.
A, mort 2 jours après la désarticulation.......	+ 0,50 pour 100.
B, » 2 » »	+ 0,87 »
C, » 6 » »	+ 0,75 »
D, » 19 » »	+ 1,22 »
E, » 30 » »	+ 2,50 »

» Cette particularité est une cause d'erreur dont il faut tenir compte dans l'appréciation de la déperdition des matières minérales, causée par l'intoxication mercurielle. Il suffit, en effet, que l'augmentation de calcaire du tibia resté en place ait dépassé la diminution qu'y amènera l'intoxication hydrargyrique, pour que la perte en calcaire produite par le calcaire soit dissimulée, et pour que l'on puisse même constater une augmentation au lieu d'une diminution des parties minérales rapportées à 100, pour le tibia intoxiqué, comparé au tibia désarticulé au début de l'expérience.

» Trois cochons d'Inde A, B, C, de même poids, sont désarticulés le même jour; les tibias offraient une valeur de cendres analogues. A est gardé comme témoin et sacrifié le soixante-septième jour; B est intoxiqué ce même soixante-septième jour; C est intoxiqué le quarantième jour. Leurs tibias, comparés, donnent les résultats suivants :

	Tibia enlevé.	Tibia resté en place.	Augmentation.
A témoin................	70,4 p. 100.	73,4 p. 100.	+ 3,0 p. 100.
B intoxiqué le 67e jour.....	70,6 »	71,6 »	+ 1,0 »
C intoxiqué le 40e jour.....	70,3 »	72,1 »	+ 1,8 »

» Au lieu de conclure à une augmentation des parties minérales pour

les cochons B et C, il faut considérer que le mercure a fait perdre la différence qu'offrent les parties solides des os, comparés avec le cochon d'Inde témoin, savoir — 2 pour 100.

» La diminution des parties minérales des os ne peut pas être attribuée à un phénomène de dénutrition générale; car, chez un lapin inanitié, jusqu'à ce qu'il ait perdu 800gr de son poids, tandis que des lapins de la même série perdaient 300gr à la suite de l'intoxication, nous avons trouvé une augmentation de + 6,5 pour 100 des parties minérales du tibia, tandis que les lapins intoxiqués dans la même série offraient une diminution de — 4,4 pour 100 et — 7,2 pour 100 de ces mêmes parties.

» C'est, selon nous, à la décalcification des os qu'il faut rapporter l'accumulation des sels calcaires dans les reins, par voie d'élimination. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique du sulfate de quinine sur l'appareil circulatoire chez l'homme et chez les animaux* (1). Note de MM. G. Sée et Bochefontaine, présentée par M. Vulpian.

« Les opinions les plus divergentes ont été émises par les médecins et les physiologistes relativement à l'action du sulfate de quinine sur l'économie animale, et notamment sur l'appareil circulatoire. Dans ces derniers temps, l'application des propriétés de cette substance au traitement de la fièvre typhoïde a réveillé la discussion, de sorte que, pour nous faire une idée, nous avons entrepris, au laboratoire de la Faculté à l'Hôtel-Dieu, une série de recherches expérimentales dont nous avons contrôlé les résultats par l'observation clinique (2).

» Les animaux qui ont servi pour les expériences sont : la grenouille, le cobaye, le lapin et le chien.

» I. *Effets physiques sur les animaux.* — Les effets étant les mêmes chez les animaux à sang froid et chez les mammifères, nous prendrons comme type expérimental le chien.

» Sur cet animal, le médicament quinique a été introduit dans l'économie par ingestion intra-stomacale, par voie hypodermique et par injec-

(1) Travail du laboratoire de M. G. Sée, à l'Hôtel-Dieu.

(2) Le sulfate de quinine que nous avons employé provient de sources commerciales diverses. L'un contient une proportion insignifiante de cinchonine; un autre parfaitement pur a été donné par M. Pabst; un autre enfin, pur également, a été préparé au laboratoire, en solution neutre au douzième, par M. Ragoucy.

tion intra-veineuse. L'étude de la circulation a été faite au moyen de l'hémodynamomètre à mercure.

» 1. *Pression. Période initiale.* — Les premiers effets de l'introduction par voie stomacale ou hypodermique sont l'accélération du pouls accompagnant une élévation notable de la pression sanguine intra-carotidienne de $0^m,07$ à $0^m,08$ environ; ils durent plus d'une demi-heure quand la quinine a été portée dans l'estomac.

» *Période d'état.* — Au bout de ce temps, la tension revient à son niveau d'avant l'expérience, pendant que le pouls cesse d'être accéléré. Puis la pression s'abaisse progressivement jusqu'à descendre de $0^m,14$ à $0^m,15$ (pression normale) à $0^m,04$ de mercure.

» Au moyen des injections intra-veineuses méthodiques, on reproduit facilement ces résultats, moins l'augmentation initiale de la pression sanguine.

» 2. *Cœur et pouls.* — Pendant tout ce temps, et quel que soit le mode d'introduction du médicament, on observe sur les tracés hémodynamométriques la conservation parfaite de la régularité et de l'énergie contractile du cœur. Parfois il y a augmentation de la hauteur de la systole, alors même qu'il existe déjà une diminution notable de la pression intra-vasculaire (de $0^m,08$ de mercure).

II. *Effets du sulfate de quinine sur l'homme sain et sur le fiévreux.* — Le sulfate de quinine ne produit chez l'homme sain qu'un abaissement de température très insignifiant. Cependant les oxydations subissent une diminution très évidente. Le pouls se ralentit et la pression sanguine s'abaisse.

» Chez le typhique, la température s'abaisse après le premier gramme et surtout après le second gramme de quinine; elle tombe d'un degré et demi en six à huit heures, et l'effet persiste pendant un jour et demi. Les oxydations diminuent dans la même proportion. Le pouls se ralentit bien plus que dans l'état physiologique.

» III. *Le sulfate de quinine étudié par la sphygmographie.* — 1° La pression sanguine, qui tombe par l'hyperthermie d'une manière constante, remonte au taux normal; c'est là le fait important que nous avons découvert et qui se démontre par l'application du sphygmographe de M. Marey aux malades quinisés.

» 2° *La force du cœur augmente.* — Ces tracés nous ont révélé un autre phénomène : c'est l'augmentation de l'énergie contractile du cœur. Ils nous fournissent la seule manière d'apprécier à la fois la force du cœur, les

qualités du pouls et le degré de tension intra-vasculaire ou pression sanguine.

» *Tracé normal* (*a*). — Ce tracé du pouls se compose d'une ligne ascendante qui indique la force de projection du sang dans les artères par la contraction du ventricule gauche; avec chaque systole du ventricule gauche, l'artère se dilate et atteint immédiatement son point culminant ou sommet, pour passer à la ligne de descente.

» (*b*) Celle-ci forme la caractéristique du pouls, tandis que la ligne ascendante se rapporte plus à l'action du cœur; sur cette ligne de descente se trouvent naturellement deux ou trois saillies indiquant les soulèvements de l'artère par suite d'ondées sanguines *secondaires*; ces ondes secondaires résultent de ce que le sang refoulé en amont par la rétraction élastique de l'artère et par sa contraction musculaire vient se heurter contre le plancher des valvules aortiques, lesquelles se ferment aussitôt que l'ondée primitive a franchi l'ouverture de l'aorte. Ces ondes réfléchies se traduisent sur la ligne descendante du tracé, par une saillie d'autant plus marquée que la pression sanguine dans le vaisseau est plus faible.

» Or, chaque fois que la pression est très affaiblie, il se produit un double battement du pouls (*pulsus bisferiens*) qu'on appelle le *dicrotisme;* chez le fiévreux il y a à la fois une diminution *directe* de la pression et de plus un relâehement des parois, dû à l'intensité de la chaleur: ce sont là les vraies conditions du dicrotisme.

» IV. *Tracé du pouls sous l'influence du sulfate de quinine.* — D'après des recherches sur vingt malades typhiques, nous voyons la saillie appartenant au dicrotisme disparaître complètement du tracé; par conséquent, la diminution de pression disparaît. Nous voyons, d'autre part, la ligne ascendante devenir très verticale et très longue, ce qui indique un redoublement d'énergie contractile du cœur. C'est là la caractéristique de l'action de la quinine sur la force du cœur et de la circulation. Nous avons constaté cette remarquable propriété dans presque tous les cas.

» Le sulfate de quinine conserve seul la force du cœur et l'augmente. Il fait plus : comme il diminue la chaleur fébrile directement sans augmenter au préalable les combustions, ainsi que le font les bains froids, il fait cesser le dicrotisme, et la tension artérielle, qui était considérablement diminuée, reprend son taux normal. C'est donc un puissant antipyrétique. Si, dans l'état physiologique, il diminue la pression vasculaire, c'est qu'il ne prod uitpas une diminuti onmarquée de la température normale. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'origine médullaire des paralysies consécutives aux lésions cérébrales.* Note de M. COUTY, présentée par M. Vulpian.

« Dans deux Communications faites en 1879 et en 1881 sur le mécanisme des contractures ou des chorées unilatérales, constatées quelquefois à la suite des lésions du cerveau, j'ai fait voir que ces troubles ont leur point de départ dans une modification d'organes nerveux sous-jacents, puisqu'ils persistent après l'abrasion de la région enflammée, ou après la section du pédoncule cérébral, ou même après la ligature de la moelle cervicale. Mais, pour établir que les altérations pathologiques du cerveau agissent toujours sur les mouvements par l'intermédiaire de perturbations fonctionnelles du bulbe et de la moelle, il fallait étudier les phénomènes plus habituels de paralysie.

» J'ai éprouvé, pour cette recherche, des difficultés dont on devra tenir compte. Sur les perroquets (*Chrysotis amazonicus*), sur les singes saguis (*Hapale jacchus*), la ligature de la moelle cervicale ou dorsale entraînait de l'agitation et des secousses rapidement suivies de mort; sur les singes cebus il se produisait presque toujours une paralysie de toutes les fonctions du fragment postérieur de la moelle, et ces troubles, que M. Brown-Séquard a le premier bien étudiés sous les noms d'*inhibition* et de *dynamogénie*, donnaient aux accidents une forme nouvelle qui empêchait toute comparaison. Sur les chiens on heurtait en plus d'autres obstacles; la paralysie unitérale est souvent si peu marquée qu'elle rend difficile la constatation de troubles unilatéraux; ou si elle devient considérable, elle s'étend fréquemment aux deux membres postérieurs, plus rarement aux quatre membres, et l'on ne peut songer à un examen différentiel droit et gauche.

» En présence des variations plus ou moins grandes que la ligature crée toujours dans les fonctions de la moelle, une seule expérience était en effet possible : séparer les membres paralysés et la moelle correspondante de la lésion initiale du cerveau et voir si, une fois isolés, ces appareils médullo-musculaires continuaient à présenter une diminution unilatérale des mouvements restés possibles, et notamment des réflexes. Pour faire cette recherche, il faut choisir des chiens dont l'état général est resté bon et la température à peu près normale, malgré une lésion cérébrale corticale ou centrale assez considérable; et il faut que les deux membres opposés à la lésion présentent des troubles nets de paralysie. Alors si l'on coupe ou si on lie la moelle au

niveau des dernières vertèbres verticales ou des premières dorsales, puis si l'on examine l'état des mouvements des pattes postérieures, on observe, suivant les animaux, deux ordres de phénomènes.

» Dans le plus grand nombre des expériences réussies, sur ces chiens auxquels j'avais fait depuis quelques heures ou depuis plusieurs jours une lésion du cerveau, j'ai vu les membres postérieurs présenter entre eux les mêmes différences des réflexes et du tonus avant et après la section de la moelle.

» Le membre opposé à la lésion cérébrale ne réagissait ou réagissait peu si l'on pinçait, si l'on pressait, si l'on grattait ses orteils, tandis que le membre du même côté exécutait des mouvements plus amples ou répondait à des excitations plus légères. Il arrivait même qu'une pression forte faite avec une pince sécante sur la patte opposée à la lésion déterminait une réflexe seulement dans l'autre membre postérieur, c'est-à-dire dans le membre du coté de la lésion : la moelle séparée du cerveau paraissait donc avoir perdu complètement sa réflectivité en conservant en partie sa conductibilité dans la moitié opposée à la lésion encéphalique primitive.

» Une différence encore plus facile à constater est celle du tonus, sur des animaux atteints de paralysie cérébrale, singe, chien ou perroquets : le membre paralysé, sans être flaccide comme chez l'homme, résiste moins aux pressions, comme il prend souvent au repos des attitudes spéciales ; et à moins de contracture, de chorée ou d'autres cas complexes assez rares, les lésions cérébrales entraînent donc une diminution du tonus dans les muscles opposés. Après la section de la moelle cette diminution persiste, et le membre postérieur du côté de la lésion initiale reste relativement moins flaccide et plus résistant. Cette différence fonctionnelle est bien d'origine médullaire ; car si l'on déduit le fragment postérieur de la moelle à l'aide d'une tige de baleine, ou si l'on tue l'animal par un moyen quelconque ou s'il meurt naturellement, les deux membres postérieurs perdent également leur tonus, en même temps que disparaît toute réflectivité.

» Sur quelques animaux on peut faire, après la section de la moelle, des constatations en apparence très différentes.

» C'est le membre postérieur primitivement paralysé, le membre opposé à la lésion cérébrale qui devient le plus sensible aux excitations ; ses muscles ont un tonus plus marqué et sa patte des réflexes plus faciles.

» J'ai cru observer que cette inversion passagère des phénomènes se produisait chez les animaux ou la ligature de la moelle entraînait des troubles marqués d'hyperfonctionnement du fragment postérieur isolé :

l'excitation pathologique produite par la lésion médullaire aurait donc été plus marquée dans le côté de la moelle primitivement paralysé.

» Cette interprétation peut être appuyée par d'autres faits; et ainsi sur trois chiens atteints de lésions cérébrales et à peine paralysés du côté opposé, j'ai vu la section de la moelle dorsale entraîner une contracture durable dans le membre antérieur opposé à la lésion primitive, tandis que le membre du même côté restait relativement intact. Il semblerait donc que la lésion cérébrale peut produire dans le côté opposé de la moelle un état d'irritation spécial qui rend cet organe moins capable de son fonctionnement normal et plus sensible à divers excitants dits *pathologiques*.

» Mais je n'insiste pas sur cette interprétation, et je laisse à dessein obscur le mécanisme intime des paralysies d'origine cérébrale. Il me suffit d'avoir montré qu'une lésion unilatérale du cerveau crée un défaut d'harmonie physiologique entre les deux parties droite et gauche de la moelle et une diminution relative des fonctions normales toniques ou réflexes du côté opposé. Il suffit d'avoir établi que ce trouble médullaire une fois produit devient indépendant de la lésion cérébrale primitive, si bien qu'il persiste dans l'organe isolé. Le cerveau, dans tous ces cas, agit donc à distance par l'intermédiaire d'autres centres de substance grise qu'il vient modifier; et, tant que l'on n'aura pas établi par des expériences précises l'existence dans l'encéphale de centres capables de commander directement aux muscles, on sera en droit d'expliquer tous les phénomènes de paralysie consécutive aux lésions cérébrales par ces troubles des fonctions de la moelle et du bulbe, et de considérer la substance grise intra-spinale comme étant la seule en relation immédiate avec les appareils périphériques. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le système lymphatique des Têtards de Grenouilles.* Note de M. L. **Jourdain**, présentée par M. Robin.

« Ce résumé des recherches que j'ai entreprises sur le système lymphatique des larves de Grenouilles fait suite à mes études sur les lymphatiques des Anoures adultes.

» Les lymphatiques superficiels de la larve apode forment des réseaux comme dans la peau des Poissons et des Urodèles. On ne rencontre, à cette époque, aucun de ces grands sacs lymphatiques sous-cutanés, si remarquables chez l'adulte. La peau adhère aux tissus sous-jacents à l'aide d'un tissu connectif, traversé par les vasolymphes qui relient les réseaux superficiels aux lymphatiques profonds.

» L'ouverture buccale de la larve est entourée d'un gros vasolymphe, qui forme autour d'elle un cercle complet et se dilate sur la ligne médiane inférieure, en un sinus qui deviendra le sac gulaire. Ce sinus périoral joue un rôle dans la turgescence des replis labiaux, qui servent à la préhension des aliments et au toucher par leurs papilles richement innervées.

» Dès que les membres postérieurs ont fait leur apparition, on peut reconnaître l'existence d'un petit réservoir pulsatile, situé, de chaque côté, dans l'angle rentrant que forme la cuisse avec la base du prolongement caudal. Ce réservoir n'est pas autre chose que le cœur lymphatique postérieur de l'adulte. Si l'on admet que la queue tout entière de la larve correspond à la nageoire caudale des Poissons, le cœur lymphatique postérieur représente donc le cœur caudal de ces animaux. La lymphe est versée dans un membre de la veine cardinale postérieure.

» Dans la larve, l'autre portion de la lymphe se rend, en avant, dans la veine cardinale antérieure, comme on le voit chez les Téléostéens.

» Quant au cœur lymphatique antérieur de l'adulte, je le considère comme un organe indépendant de celui qui vient d'être mentionné et qui n'apparaît qu'au moment où l'arc scapulaire se constitue.

» Il est digne de remarque que d'emblée les membres, tant postérieurs qu'antérieurs, se montrent avec les sacs lymphatiques sous-cutanés qu'on y rencontre chez l'adulte. Au contraire, les divers sacs sous-cutanés du tronc n'existent point à l'origine et ne se constituent que successivement au cours du développement larvaire.

» Le sac périproctal inférieur se forme de bonne heure, en même temps que les sacs du membre postérieur. Lorsque les membres antérieurs sont apparents sous la peau, sans être cependant devenus libres, un sac se creuse le long des flancs : c'est le compartiment latéral du sac thoraco-latéral. Le sac abdominal se constitue ensuite. Plus tard, les sacs latéraux s'avancent dans la région thoracique et, en se rejoignant au moment de l'atrophie des branchies, ils complètent le grand sac thoraco-latéral par l'établissement de son compartiment thoracique. En dernier lieu, et seulement quand la queue est en grande partie résorbée, le sac dorso-cranien se constitue d'arrière en avant.

» Ces sacs se creusent rapidement par la destruction atrophique du tissu connectif sous-cutané. Cette disparition de la couche sous-cutanée entraîne celle des vasolymphes qui la traversent et consécutivement celle du réseau lymphatique cutané.

» Les divers pertuis que j'ai décrits, comme établissant des communica-

tions avec les sacs sous-cutanés, représentent la portion des vasolymphes périphériques comprise dans l'épaisseur de la couche squeletto-musculaire, qui, au lieu d'être en continuité avec le réseau cutané, débouchent maintenant dans les grands sinus qui les remplacent.

» Relativement aux lymphatiques profonds, voici les résultats les plus importants de mes recherches. Les sinus linguaux ne se constituent qu'au moment où la langue acquiert sa forme définitive. Les grands réservoirs thoraciques internes se forment à la période où l'axe scapulaire achève son développement.

» Le système des chylifères est, à l'état larvaire, comparable à celui des Urodèles adultes. Le grand réservoir abdominal interne n'acquiert son ampleur qu'à l'époque où la respiration devient franchement pulmonaire. Chez la larve, il existe un réseau périaortique avec une dilatation d'une faible capacité, entre le cœur et les reins.

» Enfin les branchies internes du Têtard possèdent, comme celles des Poissons, des lymphatiques afférents et efférents. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de l'appareil reproducteur des Mollusques pulmonés* (¹). Note de M. **H. Rouzaud**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« J'ai poursuivi pendant trois années une série de recherches sur l'anatomie et le développement d'un grand nombre de Pulmonés terrestres et aquatiques : les faits que j'expose dans cette Note portent sur le développement de l'appareil génital et sont nouveaux pour la science. En effet, à part quelques rares mentions de la glande hermaphrodite chez de très jeunes Gastéropodes, le seul travail d'ensemble que possède la littérature zoologique est celui de H. Eisig (²) pour le *Lymnæus auricularis*; mes résultats diffèrent sensiblement de ceux qu'a mentionnés l'auteur allemand.

» L'appareil génital des Pulmonés adultes, malgré sa complication habituelle, provient en entier d'un bourgeon exodermique primitivement claviforme et simple, que j'appelle *bourgeon primitif*. La glande hermaphrodite n'est que le sommet libre et ramifié de ce bourgeon.

» Le *bourgeon primitif* est fourni par l'enveloppe cutanée dans la région

(¹) Les recherches ont été faites à Montpellier, dans le laboratoire de M. A. Sabatier, et se poursuivent aujourd'hui au Muséum, chez M. Edm. Perrier.

(²) *Z. f. w. Zool.*, 1869.

qui sépare la tête du collier palléal : il provient toujours du point où apparaîtra plus tard l'orifice commun des organes génitaux ou l'orifice femelle pour les espèces dont les ouvertures sexuelles externes sont séparées. Ce bourgeon se montre dès l'éclosion ou peu de temps après, de telle sorte que les organes de la génération, dont l'évolution se poursuivra jusqu'à l'âge adulte, apparaissent et se développent bien après les autres systèmes ou appareils. Il est uniquement formé, pendant une longue période, de cellules jeunes à prolifération rapide, de tout point identiques aux cellules polyédriques et à gros noyaux de l'exoderme.

» Le *bourgeon primitif*, de claviforme, devient cylindrique, mais il est encore plein; dès son apparition, il suit l'enveloppe générale du corps et son sommet gagne rapidement les parties profondes du sac viscéral jusqu'au niveau du foie. Il est, dans l'origine, si profondément imtriqué dans le revêtement musculo-conjonctif de l'enveloppe du corps, qu'il faut des dissections très minutieuses pour l'isoler. Ce bourgeon présente donc une position basilaire qui tient à la peau, et un sommet plus ou moins libre dans les tissus du tortillon.

» Le *bourgeon primitif*, constitué comme je viens de l'indiquer, offre bientôt une série de modifications que je vais rapidement énumérer. Ces modifications peuvent se ranger dans quatre catégories : formation des bourgeons secondaires, apparition des fentes de séparation, creusement des parties par écartement des cellules, évolution et différenciation des tissus dans les différents points de l'appareil. Ces dernières modifications seront publiées avec le Mémoire détaillé que je prépare.

» I. La région basilaire du *bourgeon primitif* fournit de bonne heure un bourgeon dérivé, plein et claviforme, qui se dirige en avant, vers la tête, en suivant la musculature de la paroi somatique. C'est le *bourgeon pénial* duquel procéderont le pénis, la portion péniale du canal déférent et le flagellum. Ce bourgeon présente bientôt à son sommet libre un tractus musculaire qui le relie à la paroi du corps et qui est le rudiment du futur muscle rétracteur du pénis. Au-dessus de l'origine du *bourgeon pénial*, le *bourgeon primitif* fournit ensuite un deuxième bourgeon dérivé, que j'appelle *bourgeon sagittal*, lequel deviendra le sac du dard. Ce deuxième bourgeon a disparu chez un grand nombre de Pulmonés et ne se trouve plus que chez certaines formes anciennes.

» Chez bon nombre de formes placées dans le genre *Helix*, la base du *bourgeon sagittal* prolifère à son tour et fournit, dans la suite, un plus ou moins grand nombre de bourgeons tertiaires qui formeront les *glandes* ou

vésicules multifides. Celles-ci doivent, pour des raisons que j'exposerai ultérieurement, être considérées comme des dépendances du sac du dard.

» II. Dès que le *bourgeon pénial* a fait son apparition, la région moyenne du *bourgeon primitif* présente nettement deux fentes longitudinales que j'appelle *fente utéro-copulatrice* et *fente utéro-déférente*. Ces deux fentes apparaissent en même temps et n'atteignent jamais la région apicale du *bourgeon primitif*. La première sépare de ce dernier une bande cellulaire longitudinale qui deviendra libre supérieurement et constituera, dans la suite, la *poche copulatrice*. La deuxième fente isole du côté opposé une autre bande cellulaire qui deviendra le *canal déférent*. Celle-ci sera toujours attachée par sa partie supérieure à ce qui constituera plus tard l'*oviducte*. La fente *utéro-copulatrice* s'arrête toujours au niveau du *bourgeon sagittal* qui lui correspond, tandis que la fente *utéro-déférente,* qui correspond au *bourgeon pénial,* pénètre jusque dans ce dernier.

» Ces deux bourgeons et ces deux fentes se correspondent morphologiquement, de telle sorte que le *bourgeon sagittal* et la bande cellulaire copulatrice ou, si l'on veut, le sac du dard et la poche copulatrice, sont des homologues symétriques du pénis et du canal déférent. C'est par un procédé identique que la poche copulatrice et le canal déférent acquièrent des diverticules (*branche copulatrice, flagellum*); ainsi, une symétrie frappante se manifeste encore dans l'apparition des parties accessoires.

» III. Les deux fentes ont donc séparé, dans la région moyenne du bourgeon primitif, trois bandes cellulaires. J'ai indiqué la signification des deux latérales; la bande médiane deviendra l'oviducte (portions glandulaire et non glandulaire) et restera toujours plus ou moins en relation avec la bande déférente. Une portion de l'oviducte glandulaire se différenciera pour former la glande de l'albumine, et la portion du bourgeon primitif non atteinte par les fentes de séparation, après avoir fourni un repli qui sera dans la suite le diverticule (Pérez) ou le talon (Saint-Simon), constituera le canal efférent.

» Toutes les parties que viennent d'isoler les fentes de séparation et les divers bourgeons vont se creuser par simple écartement de cellules, et l'appareil sera complet dans ses grandes lignes.

» En même temps que se poursuit le travail de différenciation dans les différents points, le sommet du bourgeon primitif prolifère activement, et alors se forment de nombreux petits bourgeons cellulaires pleins qui sont les rudiments des lobules de la glande hermaphrodite. Celle-ci ne se

orme donc pas séparément pour s'unir ensuite aux conduits excréteurs, comme le suppose H. Eisig.

» Il résulte de mes observations que les produits sexuels, dont j'ai suivi attentivement l'apparition et la maturation, sont des dérivés de l'exoderme. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Infusoires suctociliés*. Note de M. C. DE MÉREJKOWSKY, présentée par M. de Lacaze-Duthiers. (Extrait.)

« Dans un des derniers numéros des *Comptes rendus*, M. Maupas [1] a publié une Note critique concernant les Infusoires suctociliés, que j'avais décrits peu de temps auparavant [2]. Il me paraît d'autant plus nécessaire de répondre à cette Note, que l'autorité de cet observateur pourrait faire accepter comme avérés des faits qui n'ont pas, selon moi, la signification qu'il leur attribue.

» M. Maupas n'admet point de Suctociliés : il ne croit pas aux suçoirs, qui pour lui sont des cirrhes, et considère l'*Acarella* comme appartenant au genre *Mesodinium*. Je vais reprendre successivement ces divers points.

» Et d'abord, qu'est-ce qu'un suçoir et comment le distinguer des cils ou des cirrhes? Deux ordres de caractères permettent de faire cette distinction : l'un est purement morphologique, l'autre physiologique. En premier lieu, les cils ne sont jamais terminés en bouton, leur extrémité n'a jamais de renflement globuleux; cette particularité est, au contraire, excessivement fréquente et très caractéristique parmi les suçoirs des Acinétiens. En second lieu, ni un cil ni un cirrhe ne possède la faculté de se fixer solidement à un corps étranger; les suçoirs des Acinétiens, au contraire, s'y fixent si fortement qu'il arrive parfois qu'un animal un peu grand et fort pris par les suçoirs d'un Acinétien les lui arrache en se débattant.

» Or, les quatre organes de notre Infusoire nous présentent à la fois les deux caractères d'ordre morphologique et d'ordre physiologique qui caractérisent un suçoir et qui, nous le répétons, ne se retrouvent *jamais* parmi les cils. Ces organes, comme du reste je l'ai déjà décrit, ont un pédoncule terminé à son extrémité par un élargissement globuleux dont le diamètre dépasse de deux à trois fois la largeur du pédoncule. De plus, l'animal se

---

[1] MAUPAS, *Sur les Suctociliés de M.* de Mérejkowsky (*Comptes rendus*, t. XCV, n° 26, p. 1381; 1882).

[2] *Comptes rendus*, t. XCV, n° 24; 1882.

fixe au moyen de ces organes, assez solidement pour qu'un courant d'eau produit par la pression du verrelet couvre-objet ne parvienne pas à le détacher de l'objet auquel il s'est fixé. C'est un fait que j'ai observé, et c'est ce que, d'ailleurs, M. Maupas lui-même ne conteste pas. Nous sommes donc en présence d'organes qui ont des caractères propres aux suçoirs et ne se rencontrant *jamais* chez les cils. Peut-on appeler ces organes *cils* ou *cirrhes?* Évidemment non. Ce sont donc des suçoirs. Il suffit, selon moi, de ces deux caractères pour les considérer comme des suçoirs analogues à ceux des Acinétiens. Si M. Maupas est de cet avis, il devra admettre que sa critique n'est point fondée; si non, je constate que l'honorable auteur a une manière tout à fait particulière de concevoir les cils et les suçoirs des Infusoires. Bien peu de zoologistes seront tentés, je crois, de partager ses idées à cet égard.

» Passons maintenant à la place assignée par M. Maupas à mon Infusoire, qu'il nomme *Mesodinium pulex* (¹). Je ne me rends pas tout à fait compte comment M. Maupas a pu confondre les genres *Acarella* et *Mesodinium* en un seul. Pour montrer combien ce rapprochement est inadmissible, je donnerai ici une courte caractéristique des trois genres suivants :

» ACARELLA (Cohn) Meresch. Corps globuleux avec un col conique à la base duquel se trouvent des cils. *Le sommet* du col est orné de *quatre tentacules* ou *suçoirs* et ne porte point de cils.

» MESODINIUM Stein (¹). Corps globuleux avec un col à la base duquel se trouve un cercle de cils rigides; *rien au sommet.*

» HALTERIA Duj. Corps plus ou moins globuleux, avec ou sans col. Deux couronnes de cils dont une disposée au milieu du corps et l'autre autour de l'ouverture buccale; ici les *cils sont disposés en spirale.*

» Les trois genres se distinguent donc par ce que le sommet porte soit quatre suçoirs, soit une spirale de cils vibratils ou qu'il ne porte rien du tout.

» Je me demande comment, après cela, M. Maupas est arrivé à transformer l'*Acarella siro* en *Mesodinium pulex*, en confondant ainsi les deux genres.

» Enfin, M. Maupas m'accuse d'ignorer certains faits : d'après lui je ne connaîtrais pas l'*Actinobolus radians* (et non pas *varians* comme le nomme M. Maupas), qui mériterait, selon lui, bien mieux de figurer comme représentant des Suctociliés; malheureusement pour lui M. Stein n'a point

(¹) Ce genre a été établi en 1862; voir *Amtl. Bericht der* 39 *Vers. deutsch. Naturforsch. u. Aerzte.* Voir aussi, *Der Organ. der Infusionsthiere,* 2 Abth., p. 142.

décrit de suçoirs chez cet Infusoire, ce dont il peut s'assurer en se reportant à la page 169 de l'Ouvrage de Stein [1]; c'est pour cela que je ne l'ai pas cité. C'est un animal absolument problématique, qui pourrait être un Infusoire suctocilié, mais qui tout aussi bien pourrait ne pas l'être; c'est pourquoi le mieux est de ne pas en parler. Je ne connaîtrais pas non plus, d'après M. Maupas, l'*Halteria pulex,* chez laquelle, assure-t-il, Claparède a figuré des suçoirs analogues à ceux que j'ai décrits dans l'*Acarella siro.* Pour le convaincre que l'*Halteria pulex* ne m'était pas inconnue, je n'ai qu'à le renvoyer à mon travail publié en 1879 [2], où il trouvera cet Infusoire dans la liste de ceux que j'ai observés dans la mer Blanche. Quant au suçoir, j'ai vainement cherché, dans le texte et dans les planches du Livre de Claparède et Lachmann, quelque chose qui de loin puisse rappeler des suçoirs [3]. L'*Halteria tenuicolis* de Fresenius [4] a été si imparfaitement étudiée que je préfère ici encore n'en pas parler. Peut-être est-ce une *Acarella.* Mais le reproche dont j'ai le plus le droit de m'étonner, c'est de ne pas connaître l'*Acarella siro* décrite par M. Cohn. Or, à la troisième page de ma Note, je dis ceci : « L'Infusoire dont je viens de décrire, avec quelques détails, l'organisation » a été trouvé depuis longtemps par un savant allemand, M. Cohn, qui, sous le nom de *Acarella siro,* a donné une description très superficielle ». M. Maupas n'a donc pas lu, avec une atten-

---

(1) Voici comment M. Stein (*Organ. der Infusionsthiere,* p. 169) décrit cet Infusoire : « Le corps, globuleux ou ovoïde, est pourvu à son extrémité antérieure d'un mamelon portant l'orifice buccal. Cet orifice est entouré de cils uniformes parmi lesquels se trouvent dispersés un grand nombre de *tentacules filiformes* ». Il ne décrit point de renflement à leur extrémité et ne dit pas si ces tentacules, qui sont contractiles (pseudopodes?), peuvent se fixer aux objets étrangers.

(2) *Archiv f. mikrosk. Anatomie,* t. XVI, p. 216.

(3) Sa partie antérieure, dit Claparède en parlant de cet infusoire, est fort étroite et ses *cirrhes buccaux* (et non pas suçoirs!) ne sont qu'en petit nombre ». (Cl. et L., *Étude sur les Infusoires,* 1858-60, p. 370.) En effet, les *fig.* 10 et 11 de la *Pl. XIII* portent trois cirrhes se terminant en pointes et non en bouton. M. Stein les considère comme appartenant aux cils du cercle médian et place cet Infusoire dans le genre *Mesodinium;* c'est possible. Mais M. Maupas, qui admet que ce sont des *cirrhes buccaux,* comment peut-il ranger *Halteria pulex* dans le même genre?

(4) M. Fresenius admet que les organes caractéristiques ne sont pas constants : tantôt il y en a deux, tantôt un, tantôt pas du tout; de plus il dit que les cils du cercle médian peuvent parfois prendre la même apparence. Évidemment il doit y avoir une erreur. Il est probable qu'il avait sous les yeux une *Acarella,* mais qu'il l'a confondue avec d'autres formes.

tion suffisante, même ma petite Note, qu'il s'est trop pressé de critiquer.

» Je maintiens donc mon groupe des Suctociliés, et je considère qu'il n'a rien souffert de la critique qu'en a faite M. Maupas. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la nature morphologique des rameaux souterrains de la griffe des Psilotum adultes.* Note de M. C.-Eg. **Bertrand**, présentée par M. Duchartre.

« On distingue ordinairement dans un pied adulte de *Psilotum triquetrum* une partie souterraine ou griffe et une partie aérienne.

» La griffe du *Psilotum triquetrum* est formée de rameaux tous semblables en apparence, qu'on regarde habituellement comme équivalents, bien que leur valeur morphologique soit très différente. Ces rameaux représentent :

» 1° Soit des *branches simples souterraines;*

» 2° Soit des *sympodes de branches simples souterraines;*

» 3° Soit des *cladodes de branches simples souterraines,* cladodes que l'on peut nommer des *cladodes souterrains;*

» 4° Soit des *sympodes de cladodes souterrains;*

» 5° Soit des *cladodes aériens.*

» Les *branches simples souterraines* sont caractérisées par un cône végétatif terminal à un seul centre de formation. Elles ne portent jamais ni fronde, ni racine. Elles se ramifient par dichotomie en deux branches simples souterraines plus ou moins inclinées sur l'axe de leur branche mère. Chacune de celles-ci est semblable à la branche mère et elle se ramifie de la même manière, sauf dans le cas de déviations accidentelles; toutes les branches simples issues de la bifurcation d'une branche initiale sont dans un même plan horizontal, sauf déviation. A aucun moment, il n'apparaît sur ces branches de point de végétation adventif endogène ou exogène. Les branches simples souterraines ne permettent de bouturer la plante qu'autant que leur cône végétatif antérieur est intact; autrement la branche repiquée meurt sans produire de nouveau pied.

» Les rameaux ayant la valeur morphologique de *sympodes de branches simples souterraines* prennent naissance lorsque, dans la ramification régulière d'une branche simple initiale, une des branches de la dichotomie demeure faible alors que l'autre prend tout son développement, devient usurpatrice et se place dans le prolongement de la branche initiale, et que ce même fait se répète un certain nombre de fois à chacune des dichotomies succes-

sives. De tels sympodes sont caractérisés par un cône végétatif terminal, et par des cônes végétatifs latéraux semblables au précédent, mais arrêtés à divers degrés de développement et plus ou moins proéminents. Leur extrémité antérieure se ramifie par dichotomie. Ils ne portent ni fronde ni racine et ne produisent jamais de point de végétation adventif endogène ou exogène. Si on les bouture, les nouvelles pousses produites résultent du développement de leurs cônes végétatifs latéraux et de leur cône végétatif antérieur. Ce bouturage réussit presque toujours.

Lorsque le cône végétatif d'une branche simple a commencé à se bifurquer, il arrive souvent que la bifurcation indiquée ne s'accentue pas davantage, et que *désormais le cône végétatif croît en conservant sa nouvelle forme. Ce cône végétatif, à deux centres de formation, produit un cladode de deux branches simples souterraines d'ordre* $(n+1)$, *fasciées à l'extrémité antérieure d'une branche mère d'ordre* (n). On peut dire que les deux branches fasciées sont sœurs, étant l'une et l'autre filles de la branche mère d'ordre (n).

Chacun des centres de formation d'un tel cladode peut lui aussi commencer à se bifurquer, puis le cône végétatif tout entier continue à croître en conservant la nouvelle forme qui lui est donnée. Si un seul des deux centres de formation se bifurque, au cladode de deux branches fait suite un cladode de trois branches dont le cône végétatif présentera trois centres de formation. Si les deux centres de formation du cladode initial se bifurquent tous deux, au cladode de deux branches fera suite un cladode de quatre branches dont le cône végétatif présentera quatre centres de formation. Chacun de ces centres de formation peut se bifurquer à son tour. A chacune de ces divisions le cladode se complique de nouvelles branches. Le nombre des branches qui peuvent ainsi se fascier est très grand.

» *Dans les cas de développement bien régulier, toutes les branches de ces cladodes sont dans un même plan* [1]. *Plus ordinairement, les axes de figure des branches fasciées sont dans des plans différents.* Les branches fasciées ont leurs axes de figure dans un même plan, vus du sommet, les centres de formation de leur cône végétatif sont en ligne droite ; elles n'ont pas leurs axes de figure dans le même plan, lorsque ces centres de formation, vus du sommet, ne sont pas en ligne droite.

[1] Chez le *Ps. triquetrum*, il est rare que les axes de figure des branches fasciées soient dans un même plan ; il est au contraire très fréquent qu'il en soit ainsi chez le *Ps. flaccidum* et le *Ps. capillare*.

» Un rameau ayant la valeur morphologique d'un cladode se reconnaît donc à son cône végétatif antérieur, qui présente plusieurs centres de formation.

» Chez le *Ps. triquetrum* et le *Ps. complanatum*, il peut y avoir ainsi jusqu'à quinze branches fasciées, dans un même cladode; il y en a de quatre à six au plus chez le *Ps. flaccidum* et le *Ps. capillare*.

» Chacun des centres de formation du cône végétatif d'un tel cladode peut s'éteindre, les autres conservant leur activité tout entière. Le centre éteint devient latéral. En général, quand un centre de formation s'éteint, il est remplacé par le dédoublement de l'un de ceux qui restent. Il résulte de là une sorte de développement sympodique du cladode. Ces cladodes à développement sympodique sont caractérisés parce qu'ils présentent antérieurement un cône végétatif de cladode, et latéralement des points de végétation comparables à ceux qui couvrent les flancs d'un sympode de branches simples.

» Il ne se développe jamais ni fronde ni racine sur les cladodes de branches simples, et il ne s'y forme jamais de points de végétation.

» Quand on bouture le *Psilotum triquetrum*, au moyen de cladodes souterrains à développement sympodique, les boutures réussissent presque toujours. Ce sont les points de végétation latéraux et le cône végétatif terminal qui produisent les nouvelles pousses. En général, chaque sommet se bifurque quand il produit cette nouvelle pousse.

» Le cône végétatif d'un cladode peut se bifurquer. Si les branches issues de cette bifurcation se développent régulièrement, la ramification dichotomique peut se répéter indéfiniment, cas ordinaire chez le *Ps. triquetrum* à griffe composée de cladodes ramifiés. De tels systèmes ont leurs cônes végétatifs à plusieurs centres de formation.

» Souvent à chaque dichotomie d'un cladode une des branches produites s'atrophie alors que sa collatérale se développe, et se place dans le prolongement du cladode initial. On a alors un sympode de cladodes. Ces sympodes de cladodes sont très fréquents. Ils sont caractérisés par un cône végétatif antérieur à plusieurs centres de formation, par des cônes végétatifs latéraux, dont certains sont identiques aux cônes végétatifs latéraux d'un sympode de branches simples, alors que d'autres ont plusieurs centres de formation qui les font reconnaître comme cônes végétatifs de cladodes.

» Les sympodes de cladodes souterrains ne portent ni fronde, ni racine. Il ne s'y produit jamais de bourgeon adventif hexogène ou endogène.

» Les boutures du *Ps. triquetrum*, au moyen de ses sympodes de cladodes

souterrains, reprennent facilement. Ce sont les cônes végétatifs qui y produisent les nouvelles pousses.

» Les quatre séries de rameaux ci-dessus sont cylindriques ou un peu aplatis, rectilignes, à surface villeuse brune, terminés par un cône végétatif obtus, lisse et translucide. Leur accroissement intercalaire est très limité. »

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'histoire stratigraphique du relief du Sinaï, et spécialement de l'âge des porphyres de cette contrée.* Note de M. l'abbé **RABOISSON**, présentée par M. Daubrée (1).

« Dans un voyage au Sinaï, accompli au printemps dernier, j'ai pu recueillir, entre autres, les observations suivantes :

» Le massif du Sinaï est formé de roches cristallines traversées par une multitude de filons porphyriques, de structure et de couleurs très diverses, à parois pour la plupart sensiblement verticales, témoins des dislocations qui ont élevé les granites. Ce massif cristallin est entouré d'une zone de grès, et les grès d'une zone de calcaires crétacés. La constitution géologique du massif du mont Hor (Djebel Haroun), en Idumée, est la même.

» Les remarquables travaux de M. Louis Lartet ont largement contribué à mettre ces faits en lumière. Il regarde d'ailleurs les grès comme postérieurs aux porphyres, se fondant sur des rapports de structure et de couleur des deux roches à leur contact, et sur l'opinion que les porphyres au Sinaï ne pénètrent point dans les grès.

» En allant de Suez au Sinaï, ce que j'ai pu constater moi-même, c'est le relèvement progressif d'abord des calcaires crétacés (de 0^m à 500^m), ensuite des grès (de 500^m à 800^m), autour du massif cristallin qui s'élève de 800^m sur ses bords, à 2300^m au centre. En outre, dans l'Ouady-Sidreh, je vis plusieurs filons de porphyre dans une colline qui me parut de grès et qui est indiquée comme telle dans la carte de l'*Ordnance Survey*.

» Le retour, du Sinaï à Suez, par un autre chemin, fut marqué par des observations que cette première découverte rendit plus attentives et partant plus décisives. C'est d'abord le même mouvement d'inclinaison des trois formations. A l'Ouady-Baraq, les grès commencent à se montrer en tables isolées, souvent ruiniformes, couronnant les sommets granitiques, à des hauteurs différentes, mais décroissant excentriquement; tout en s'abais-

(1) Cette Note est accompagnée de huit photographies, une Carte géologique et quatre coupes.

sant, ils augmentent de puissance et d'étendue, et bientôt les granites disparaissent sous leur masse ininterrompue. Plus loin, à l'O. Ahmar, ces grès portent déjà des calcaires crétacés dont les dislocations sont évidemment dépendantes des leurs, et qui continuent à plonger jusqu'à la plaine d'alluvion sous laquelle ils disparaissent.

» Ce relèvement conjugué des grès et des calcaires crétacés, autour du soulèvement cristallin, je l'ai observé en deux régions différentes, et dans chacune sur un parcours de plus de 50^{km}, dans une contrée où l'absence de terre végétale favorise singulièrement l'étude géologique.

» J'ai cherché d'ailleurs, avec soin aussi, le contact des porphyres et des grès, et longtemps en vain, car la plupart des tables de grès reposent sur les parties granitiques dépourvues de filons. Dans quelques cas, les porphyres se terminent sous les grès sans les pénétrer autrement que par des fragments, répandus dans le grès par la poussée éruptive, qui y ont produit une modification de structure et de couleur, d'une intensité décroissante en montant; on reconnaît là l'*auréole métamorphique* des auteurs.

» Il est facile d'expliquer et ce cas de métamorphisme mécanique, qui est une pénétration diffuse, et la rareté des cas de pénétration par filons. On conçoit, en effet, étant données la différence de structure des granites et des grès, la dureté inférieure de ceux-ci, leur moindre compacité et leur plasticité plus grande, que des roches détritiques, d'ailleurs irrégulièrement cimentées, n'aient pu suivre exactement tous les mouvements des roches cristallines qui les portaient, se fendre partout comme elles, et présenter toujours aux crevasses des granites des crevasses supérieures concordantes. Les grès souvent, soit en raison de leur masse trop faible, soit en raison de leur plasticité, ont pu glisser à la surface des granites, au lieu d'obéir à l'écartement qui les divisait, et présenter aux fentes un obstacle à la poussée des porphyres qu'ils n'ont pu vaincre, sinon en le pénétrant de leurs fragments disjoints.

» Une autre observation fut faite au sud du Debbet-er-Ramlé. Nous rencontrâmes là un monticule de grès, coupé par un filon de porphyre vert sombre, dont la pâte feldspathique, altérée à sa surface, contient des cristaux de feldspath blanc verdâtre, moins altérés qu'elle. Je fis arrêter la caravane et, après avoir détaché quelques fragments des deux roches, j'en pris la vue photographique n° 5, jointe à cette Note.

» Le filon coupe, au delà de ce monticule, la plaine d'abord, puis deux autres monticules qui sont alignés avec le premier, et le filon, du sud-est

M. Lartet a observé que, dans le massif du mont Hor, les porphyres forment de petites montagnes alignées sensiblement du sud-sud-ouest au nord-nord-est, ce qui est aussi un rayon du centre sinaïtique.

» Ces deux alignements dessinent les bissectrices des deux angles nord du triangle montagneux de la péninsule; la troisième bissectrice est indiquée par l'alignement de montagnes, du mont Sinaï au cap Ras-Mohamed. Toutes les vallées principales, qui sont des vallées d'érosion pratiquées dans des lignes de rupture, sont alignées parallèlement à l'une ou l'autre des bissectrices, et reliées entre elles par des intersections orthogonales de vallées secondaires. La forme générale du relief est mieux définie par un angle hexaèdre à trois dièdres rentrants, alternant avec trois dièdres saillants, ceux-ci formant chacun dans la direction des alignements un axe anticlinal, qui paraît avoir succédé à un ancien pli synclinal.

» Pour conclure, il est désormais avéré que les porphyres traversent les grès du Sinaï dits *de Nubie* et sont, par conséquent, plus récents que ces formations, rapportées aujourd'hui à l'horizon du *culm*.

» Du relèvement concentrique des calcaires crétacés, conjugué avec le relèvement concentrique des grès, lui-même moulé sur le soulèvement cristallin, il est permis d'inférer que l'ensemble de ces mouvements est postérieur, pour ses phases les plus effectives, au crétacé qu'il a déplacé.

» De plus, une large bande nummulitique court le long de la mer Rouge de l'Ouady-Garandel à Thor; sa partie septentrionale s'appuie sur le massif et atteint par une pointe l'O. Feyran. Là elle présente une falaise *pincée* entre deux contre-forts granitiques, dont la pression a ondulé ses couches. En avant de cette falaise, se trouve une terrasse de débris granitiques et nummulitiques en mélange, sans trace de *roulement*, couvrant une surface presque carrée de 500^m de côté et de 30^m de puissance. Ce monceau de débris, dont le volume dépasse sept millions de mètres cubes, est un témoin qui atteste qu'une même série de pressions énormes a mis en pièces granites et roches éocènes. Ce fait et le relèvement du nummulitique, semblable à celui des grès et des calcaires crétacés, permettent de conclure que les dislocations ultimes du relief sinaïtique sont postérieures à l'éocène.

» Enfin on voit dans les granites du massif de nombreuses *marmites des géants*, souvent plus ou moins *renversées;* quelquefois elles le sont entièrement et ont décrit un arc de 180°. On les trouve jusque sur les crêtes des abrupts et sur les sommets, comme au Ras-Safsafed, isolé et escarpé de tous côtés, où j'ai exécuté la photographie n° 7, qui montre, dans une roche granitique, des marmites de géants renversées. On en doit conclure que des modifications profondes dans l'état hydrographique et dans le relief du

Sinaï ont été certainement produites, depuis l'époque où elles furent creusées par des eaux torrentielles de rivière ou de glacier. »

M. E. **Brassinne** adresse une Note sur les formules relatives au mouvement d'un corps autour d'un point fixe.

M. **Delaurier** adresse une Note relative à la transmission de l'électricité à distance.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 janvier 1883.

Quatre ans de luttes pour nos vignes et nos vins de France. Mémoires, opuscules et articles; par P. de Lafitte. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret et fils, 1883; in-8°.

De l'unification des travaux géologiques en général et particulièrement en ce qui concerne les figurés conventionnels; par M. B. de Chancourtois. Paris, Impr. nationale, 1880; br. in-8°.

Conférence sur l'unification des travaux géographiques; par M. B. de Chancourtois. Paris, Impr. nationale, 1879; br. in-8°.

Transcription des noms géographiques en lettres de l'alphabet latin; par M. B. de Chancourtois. Paris, impr. E. Martinet, 1878; br. in-8°.

Dr H. Henriot. *Traitement du goître vasculo-kystique par l'électrolyse capillaire*. Paris, impr. Chaix, 1881; opuscule in-8°.

Des lésions anatomiques et de la nature du myxœdème; par le Dr H. Henriot. Reims, impr. Matot-Braine, 1882; br. in-8°.

Nouvelles applications du gaz. Réverbères de sûreté; par M. Lechien. Paris, impr. P. Mouillot, 1882; opuscule in-8°.

Le recensement de 1881; *par* G. Renaud. Paris, Viat, 1882; br. in-8°.

Curabilité et traitement de la phthisie pulmonaire. Leçons faites à la Faculté de Médecine; par S. Jaccoud. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1881; in-8°. (Renvoyé au Concours Chaussier.)

Arboretum Segrezianum icones selectæ arborum et fruticum in hortis Segrezianis collectorum. Description et figures des espèces nouvelles, rares ou critiques de l'Arboretum de Segrez; par A. LAVALLÉE; liv. V. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1883; in-4°.

Einführung in die Theorie der Isogonalenverwandtschaften und der conformen Abbildungen, verbunden mit Anwendungen auf mathematische Physik; von Dr G. HOLZMULLER. Leipzig, B.-G. Teubner, 1882; in-8°.

Nederlandsch-chineesch woordenboek met de transcriptie der chineesche karakters in het Tsiang-Tsiu dialekt; bewerkt door Dr G. SCHLEGEL; deel III, aflevering 1, 2, 3. Leiden, Brill, 1882; in-8°.

Undersökninger af theorien för himlakropparnas rorelser. III af H. GYLDEN. Stockholm, Norstedt et Soner, 1882; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Ch.-E. Sédillot*, Membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé à Sainte-Menehould, ce matin même, 29 janvier; puis il ajoute :

« L'Académie éprouve une perte infiniment regrettable; M. Sédillot, que la maladie tenait confiné en ces derniers temps, était une des gloires de la Chirurgie militaire. Par son enseignement et par ses œuvres personnelles, il avait donné un lustre particulier à l'École du service de santé militaire de Strasbourg. Pendant la guerre de 1870, au milieu de difficultés sans nombre et de circonstances des plus douloureuses, M. Sédillot prit à tâche de multiplier les ressources pour soulager ou sauver les blessés, montrant en toute occasion un zèle et un patriotisme qui lui ont constitué un titre d'honneur. »

M. **Tisserand** donne lecture d'un Rapport dans lequel il rend compte à l'Académie de la mission qu'il a dirigée, pour l'observation du passage de Vénus, à la Martinique, et fait connaître les principaux résultats obtenus.

Ce Rapport sera publié prochainement, avec ceux des autres missions envoyées par l'Académie.

M. le **Président** renouvelle, au nom de l'Académie, pour tous les collaborateurs de M. Tisserand, les félicitations qu'il adressait, dans la dernière séance, aux officiers qui ont prêté leur assistance à M. F. Perrier.

ASTRONOMIE. — *Note sur l'observation du passage de la planète Vénus sur le Soleil;* par M. J. **Janssen**.

« A mon retour d'Afrique, où j'avais été observer le passage de la planète Vénus sur le Soleil, je m'empresse de donner à l'Académie un compte rendu sommaire de mes observations.

» Ces observations avaient principalement pour but l'étude d'une question tout actuelle et d'une importance capitale, tant au point de vue de la constitution du système solaire qu'à celui de la philosophie naturelle : je veux parler de la composition de l'atmosphère de Vénus et de la présence ou de l'absence, dans cette atmosphère, de cet élément aqueux qui, pour la Terre, joue un si grand rôle dans tous les phénomènes qui se rattachent au développement de la vie.

» Mais, outre l'étude de cette question principale, je m'étais proposé d'obtenir quelques photographies donnant des disques solaires de $0^m,30$, principalement destinées à l'étude physique du phénomène, et d'autres épreuves d'un diamètre plus réduit, et se prêtant mieux à des mesures de précision.

» Les instruments que j'emportais consistaient en :

» Un équatorial de 8 pouces ($0^m,216$), le même qui m'avait servi en 1874 dans les mêmes circonstances;

» Une grande lunette photographique construite par M. Prazmowski pour l'expédition de 1874, donnant des images solaires de $0^m,30$ de diamètre;

» Une lunette photographique de M. Steinheil, également employée en 1874, donnant des images solaires très parfaites de $0^m,10$ de diamètre;

» Une lunette méridienne de Gautier et divers autres;

» Des appareils spectroscopiques variés, des appareils photographiques, etc.

» Comme le principal but de mes observations se rapportait à des études d'Astronomie physique, je n'avais pas besoin du passage entier; aussi ai-je cherché, près de la France, la station qui pouvait le mieux se prêter à l'étude des premières phases du phénomène.

» L'Algérie me parut réunir les meilleures conditions.

» En Algérie, en effet, le Soleil, au moment de l'entrée de la planète, était beaucoup plus élevé qu'en France, ce qui donnait une durée plus longue à la phase observable; en outre, cette contrée, par la beauté ordinaire de ses hivers, offrait des chances de succès tout autres que la métropole.

» Guidé par le même ordre d'idées, j'ai été conduit à choisir, en Algérie, la province d'Oran. Cette province, en effet, était d'une part, en raison de sa position à l'ouest de nos possessions algériennes, la plus favorablement située au point de vue du passage; et, d'autre part, en raison de la sécheresse de son climat, elle offrait en hiver les plus grandes chances relatives de ciel dégagé.

» Je suis arrivé à Oran à la fin de novembre, muni d'une mission du Gouvernement et d'une recommandation spéciale du Ministère de la Guerre.

» Cette recommandation fut précieuse pour moi; car, sans le concours si empressé que l'armée nous prêta, il nous eût été impossible de réaliser les observations qui ont été faites sur les hauts plateaux du sud-oranais.

» Le passage a été observé à Oran, au fort du Château-Neuf, où le colonel Guichard et ses officiers nous ont admirablement accueillis et donné toute l'aide et tous les secours que réclamait l'installation rapide de grands instruments. Nous nous sommes installés dans un petit bastion qui domine la mer, où l'horizon est presque dégagé. Les piliers furent rapidement élevés, les instruments montés, les observations méridiennes destinées à nous donner l'heure instituées, et, l'avant-veille, nous étions prêts aux observations.

» Les lunettes photographiques étaient tenues par M. Pasteur, photographe attaché à l'Observatoire de Meudon, et j'étais assisté dans les observations spectroscopiques par M. le lieutenant du génie Royer, ancien élève de l'École Polytechnique, où il a suivi avec un goût tout particulier et beaucoup de fruit les cours de notre confrère M. Faye.

» Le jour du passage, le temps était légèrement couvert dans la matinée; mais, une demi-heure avant l'entrée, le ciel se découvrit complètement et nous pûmes faire nos observations dans des conditions atmosphériques très favorables, et suivre le phénomène jusqu'au coucher du Soleil. Nos grandes

photographies solaires montraient la planète avec un diamètre d'environ $0^m,01$. Il m'a paru intéressant d'obtenir une mesure directe de ce diamètre par la photographie. Pour éliminer l'influence des déformations possibles de l'oculaire et l'incertitude que la définition défectueuse des bords solaires introduisait dans les mesures, j'ai fait photographier, avec la lunette même qui avait donné ces images, celle d'un système de deux lumières placées à grande distance et dont j'ai mesuré ensuite l'écartement au cercle géodésique. On a ainsi les éléments d'une mesure directe du diamètre de la planète.

» A l'égard des observations spectroscopiques pendant le passage, je dois dire qu'elles ne m'ont pas conduit à des résultats qui s'accordent complètement avec ceux obtenus par les observateurs qui se sont occupés de la question.

» Je portais surtout mon attention, ainsi que je le disais au début de cette Note, sur la question de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Vénus.

» Sans entrer ici dans le détail des observations, ce qui fera l'objet d'une Communication ultérieure, je dirai que, bien que constatant un renforcement évident sur des raies que l'expérience de la Villette m'avait appris appartenir à la vapeur d'eau, je fus conduit, par des épreuves particulières, à attribuer ce renforcement, en grande partie du moins, aux conditions de l'observation, et je ne me crois pas autorisé à admettre, d'après ces épreuves, la présence évidente des caractères optiques de la vapeur d'eau dans le spectre de Vénus.

» Comme cette conclusion était en opposition avec les résultats annoncés lors du passage de 1874, et même de celui-ci, je désirai alors ardemment lever mes doutes par de nouvelles observations. On me parlait beaucoup, à Oran, de l'éclat du ciel d'hiver sur les hauts plateaux; c'était précisément l'époque où nous nous trouvions. Je résolus d'y transporter mes instruments et de suivre la planète à mesure que, se dégageant des feux du Soleil, elle commencerait à s'illuminer de lumière réfléchie.

» L'entreprise offrait des difficultés; car les hauts plateaux du sud-oranais sont des déserts, visités seulement par nos colonnes qui y ont établi quelques stations militaires et qui y supportent bien courageusement les effets d'un climat extrême qui les décime. Heureusement, on a établi tout dernièrement un petit chemin de fer stratégique, destiné à faciliter le ravitaillement de ces postes et qui, partant de Saïda, dans le Tell, s'élève sur les hauts plateaux, traverse la région des chotts et va actuellement jusqu'à Méchéria, grande station militaire, destinée à tenir toute cette région et

ravitailler les postes avancés qu'on a jetés jusque sur la lisière du grand désert. J'utilisai ce chemin de fer, et, grâce au concours de l'armée, grâce surtout à l'appui du colonel de Négrier, commandant toutes nos forces dans le sud-oranais, j'ai pu dresser des lunettes et des équatoriaux au milieu de ces déserts qui n'avaient jamais vu jusque-là que des troupeaux nomades ou des colonnes guerrières.

» A Méchéria, je suis resté près d'un mois en observation, temps triple de celui que je voulais d'abord consacrer à ces études; mais le ciel était si beau, les circonstances astronomiques et atmosphériques *si favorables* à l'étude de cette atmosphère de Vénus, qui me préoccupait alors si fortement, que j'ai été conduit à retarder de jour en jour mon départ.

» Pour donner une idée de la transparence de l'atmosphère de ces régions au moment où je m'y trouvais, je dirai que j'ai pu constater sûrement la vision à l'œil nu, et par des vues ordinaires, des satellites de Jupiter, et la possibilité d'appliquer une lunette de 8 pouces ($0^m,216$) et un grossissement de 150 fois à l'étude des cratères lunaires éclairés seulement par la lumière cendrée, la Lune étant déjà âgée de 4 jours.

» J'ai pu aussi relever la position de la grande comète de 1882 et recueillir, sur les apparences qu'elle présentait en septembre et octobre derniers, des données qu'il sera important de rapprocher de celles obtenues à la même époque en Europe et en Amérique.

» A l'égard de Vénus et de son atmosphère, je dirai que j'en ai fait une étude tout à fait suivie pendant cette période, que l'éclat de la planète sur ces hauts plateaux était extraordinaire, ce qui m'a permis d'appliquer des appareils spectroscopiques très dispersifs et très parfaits, que la sécheresse de l'atmosphère était extrême, ce qui réalise pour cette étude des conditions très favorables, et qui, je crois, ont dû être bien rarement réalisées. Or je suis conduit à admettre que, quand on élimine ainsi l'influence de l'atmosphère terrestre, les caractères optiques de la vapeur d'eau dans le spectre de Vénus sont très faibles; ceci ne veut pas dire, dans ma pensée, que cet élément est absent dans Vénus, mais que, si nous voulons nous appuyer sur l'analyse spectrale seule, nous devons être plus réservés qu'on ne l'a été pour affirmer cette présence et qu'il faudra reprendre cette difficile question dans des circonstances atmosphériques aussi favorables, mais avec de plus grands instruments.

» Enfin j'ai pu faire quelques études sur le mirage, dont les manifestations sont presque permanentes en ces régions. J'ai pu même faire photographier plusieurs de ces manifestations, et constater que les causes de ces

phénomènes, dans les cas les plus nombreux, sont tout autres que celles admises généralement. J'aurai aussi l'honneur de présenter à l'Académie une étude sur l'atmosphère de Vénus, étude dont j'ai présenté quelques résultats au Bureau des Longitudes, et qui donne l'explication de plusieurs phénomènes présentés par la planète pendant son passage, et notamment de celui qui a été observé par M. Bigourdan. »

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution mécanique et physique du Soleil* (seconde Partie); par M. **Faye.**

« La seconde Partie est relative aux taches. Ici encore le point de départ est pris, non dans l'imagination, mais dans des travaux contemporains. Au début de mes recherches, après avoir montré que la constance des radiations supposait la fluidité du Soleil entier, j'avais néanmoins conservé le préjugé, très répandu alors, qui attribuait les taches à des éruptions venues de l'intérieur. C'étaient, en effet, des éruptions qui, dans la théorie herschélienne, partaient du noyau obscur et froid et allaient çà et là trouer les enveloppes dont on entourait notre astre. Dans mes nouvelles idées, je croyais expliquer la noirceur des taches en admettant que les gaz éruptifs, à haute température, devaient être bien moins lumineux que les matières condensables de la photosphère. Les astronomes de Kew (1) soutenaient, au contraire, que, du moment où la masse entière était supposée à l'état d'incandescence gazeuse, la noirceur des taches exigeait un abaissement notable de température, lequel ne pouvait provenir, à leur avis, que de l'irruption, dans la photosphère, de courants cylindriques relativement froids, tombant, par leur poids, des hauteurs d'une vaste atmosphère. De là, pour eux, la série des mouvements de convection, débutant d'en haut.

» Les astronomes de Kew avaient pleinement raison sur un point : le préjugé des éruptions devait disparaître; mais ils ne pouvaient donner la moindre raison valable de leurs courants descendant des hauteurs d'une

(1) MM. Warren de la Rue, Balfour Stewart, Benjamin Lœwy.

C'est M. Herbert Spencer qui le premier m'objecta, dans le *Reader*, en se fondant sur la *law of exchanges* développée par M. Balfour Stewart, que dans mon système les taches seraient aussi brillantes que la photosphère. M. Kirchhoff reprit ensuite contre moi cet argument avec la grande autorité que lui donnaient ses travaux sur le même sujet, mais ne réussit pas à justifier l'hypothèse par laquelle il attribuait les taches à des nuages formés au-dessus de la photosphère.

vaste atmosphère qui d'ailleurs n'existait pas ([1]). Adoptant donc l'idée juste qu'ils m'avaient suggérée, je me mis à chercher par quel mécanisme, en vertu de quelle force les matériaux de la mince couche d'hydrogène refroidi qui surmonte la photosphère pouvaient pénétrer verticalement dans l'intérieur, de manière à produire l'extinction propre aux taches. Une seule force disponible s'offrit à mon esprit, celle qui provient des courants parallèles de la photosphère et que représente le terme $b \sin^2 l$ de la rotation; puis, passant aussitôt, par une analogie bien naturelle, aux inégalités de vitesse généralement assez faibles, et nullement tumultueuses, mais s'étendant au loin, qui produisent des tourbillons dans nos cours d'eau, je compris que là était la solution.

» Les Ingénieurs hydrauliciens, qui étudient le régime de nos rivières, et les bateliers des grands fleuves, comme le Rhin et le Danube (cités à l'occasion de ces débats par le général Morin), connaissent bien ces tourbillons en entonnoir où l'eau descend en tournoyant jusqu'au fond du fleuve, en affouille le lit et épuise, dans ce travail, la force vive recueillie en haut et fournie par les différences de vitesse des filets contigus du courant. Venturi, en Italie, Belgrand, en France, ont, entre autres, décrit ces tourbillons qui suivent le fil de l'eau avec la vitesse égalisée et réduite du courant, engloutissant sur leur trajet les corps flottant à la surface. Mais, en dehors du monde restreint des Ingénieurs hydrauliciens, personne ne s'était occupé de ces phénomènes ([2]). La Mécanique est muette à leur endroit. Les esprits n'étaient donc guère préparés à accueillir la théorie suivante.

» Sur le Soleil on rencontre partout, sauf sur le cercle même de l'équateur, les circonstances qui déterminent la formation des tourbillons descendants à axe vertical. La photosphère et la couche hydrogénée qui la sur-

---

([1]) C'est ce que je concluais dès cette époque des anciennes observations de Forbes sur la grande ressemblance des spectres provenant du bord et du centre du Soleil, et c'est ce qui résulte plus nettement encore des observations décisives que M. Janssen fut chargé, par le Bureau des Longitudes, de faire à ce sujet pendant l'éclipse annulaire de 1869. Cette identité se soutient même, d'après une Lettre que je viens de recevoir de M. Langley, jusque dans la région ultra-violette des deux spectres, photographiée et examinée raie à raie sous le microscope. On a appris plus tard qu'il n'y a, sur la photosphère, qu'une atmosphère d'hydrogène presque pur de 10″ d'épaisseur, contenant, à sa base, la très mince couche de vapeurs métalliques qui produisent, par leur interposition, les raies du spectre ordinaire.

([2]) On les imite fort mal en faisant tournoyer l'eau contenue dans un vase. La réaction des parois défigure presque aussitôt le phénomène, et il n'y a qu'une analogie bien éloignée entre la rotation d'une pièce plongeant dans l'eau du vase et le mode d'alimentation d'un tourbillon qui vient de naître dans un courant.

monte sont animées, en dehors de la rotation ordinaire, de vitesses sensiblement parallèles à l'équateur, lesquelles vont en décroissant de l'équateur aux pôles ([1]). Les tourbillons doivent donc s'y produire continuellement, en sens direct sur l'hémisphère boréal, en sens rétrograde sur l'austral; par conséquent, chacun d'eux opère dans le sens même de la rotation estimée autour de sa verticale. Dès lors ces tourbillons, une fois produits, grâce aux inégalités représentées par le terme $-b\sin^2 l$ de ma formule, s'alimentent et se renforcent partout aux dépens de la rotation elle-même ([2]). La couche supérieure, relativement froide et composée presque uniquement d'hydrogène, est entraînée par ces tourbillons qui trouent circulairement la photosphère, font baisser autour d'eux la température des couches profondes qu'ils traversent, et éteignent ou interceptent la lumière d'en bas sur leur trajet vertical. Ils apparaissent ainsi, tout d'abord, sous forme de petites taches noires presque imperceptibles que l'on nomme des *pores*.

» Ces pores innombrables se rencontrent partout, jusqu'aux pôles, mais, dans certaines régions, ils peuvent grandir et donner lieu à des taches de longue durée; dans d'autres, ils se déforment promptement ou du moins ne se développent jamais. Voilà des caractères bien tranchés, dont il faut indiquer ici la cause.

» Le terme qui détermine les gyrations, $-b\sin^2 l$, est nul à l'équateur et très faible pour de très petites latitudes. Dans la région équatoriale, les pores auront peu de tendance à se développer; les taches seront rares et de très médiocre durée. Elles augmenteront en nombre, en durée et en taille avec la latitude l, mais jusqu'à une certaine limite. En effet, tout point animé d'une vitesse constante, à la surface d'une sphère, tend à se mouvoir sur un grand cercle. Il y aura donc tendance à dévier du parallèle de rotation; or cette tendance est d'autant plus marquée que la latitude est plus grande, car celle-ci est précisément égale à l'angle dièdre compris entre le parallèle d'un point et le grand cercle tangent en ce point au parallèle. Sans doute la cause qui produit le terme $-b\sin^2 l$ tend toujours à ramener le point considéré sur son parallèle; mais, lorsque l'angle l est trop grand, la gyration sera rapidement troublée et le tourbillon ne saurait

([1]) « S'il en est ainsi sur le Soleil », me disait Belgrand, « vous avez raison de soutenir qu'il doit s'y produire des tourbillons : affirmez qu'il y en a partout. »

([2]) C'est là une circonstance capitale qui favorise, sur les sphères tournantes comme le Soleil et la Terre, non la formation, mais le développement des tourbillons à axe vertical. J'ai omis d'en faire mention dans ma réponse aux objections de M. le professeur Young (*Comptes rendus* du 26 décembre 1882).

grandir comme dans les régions où les filets de ces courants gardent sensiblement leur parallélisme. C'est de 5° à 30° de latitude que se trouvent des valeurs sensibles de $-b\sin^2 l$ combinées avec des valeurs à peu près évanouissantes de la déviation susdite. Au delà de 45°, cette déviation devient beaucoup plus sensible; elle prend encore plus loin des proportions relativement énormes. Alors les filets des courants de la photosphère ne conservent plus assez longtemps leur parallélisme, et, quoique des pores ou des trombes puissent encore s'y produire, on n'y voit plus de taches ou de cyclones.

» Considérons maintenant les détails de structure. Une tache présente plusieurs étages distincts. D'abord son embouchure, qui s'ouvre dans la chromosphère, est indiquée par la forte dépression que cette couche gazeuse subit manifestement au-dessus des grandes taches (Respighi, Young). Ensuite vient le bord éclatant suivant lequel la photosphère est intersectée circulairement par la nappe conique encore très évasée de l'entonnoir. Les irrégularités du contour sont dues aux dénivellations de la photosphère. Puis vient la pénombre, sorte de nappe intérieure grisâtre à contours déchiquetés; puis le noyau sombre uniquement dessiné par le bord inférieur de la pénombre; et enfin le trou central de Dawes. Celui-là, parfaitement circulaire et encore plus noir que le noyau, répond à l'extrémité la plus étroite du tourbillon. La figure d'un tourbillon à axe vertical, vu en projection horizontale, est manifeste sur toute tache normale ([1]); mais ce qui gêne les Astronomes à qui j'ai présenté ces idées, c'est que la pénombre, formée de filaments lumineux divergeant à peu près du centre de la tache, ne montre pas, en général, la moindre trace de tourbillonnement.

» La raison en est bien simple : la pénombre ne fait pas corps avec le tourbillon; elle en est la gaine située au-dessous de lui à une profondeur notable. C'est une portion anormale de photosphère. Dans ses parties horizontales, la photosphère est formée par des courants ascendants de vapeurs qui viennent s'y condenser parce que, dans cette couche-là, la température atteint le point de rosée de ces vapeurs, si l'on peut s'exprimer ainsi. Mais le tourbillon, en pénétrant dans les couches internes, propage autour de lui, momentanément, un refroidissement analogue, et reporte beaucoup plus bas la température de condensation. Dès lors les courants ascendants de vapeurs s'arrêteront dans cette sorte de gaine conique re-

([1]) J'appelle ainsi une tache qui ne se segmente pas encore.

froidie et s'y condenseront tout autour de l'entonnoir, mais non dans le tourbillon lui-même (*voir* la figure de la page suivante). Les nuages produits sur cette couche conique s'étireront en grimpant dans le sens des arêtes du cône, au lieu de produire les flocons ovoïdes ou aplatis de la photosphère horizontale. Le même phénomène se produit autour de nos trombes, qui amènent en bas l'air refroidi par les cirrhus des hautes régions. Elles s'entourent pareillement, par voie de condensation, d'une gaine nuageuse qui ne participe nullement, en général, aux mouvements violents de l'intérieur.

» La pénombre se termine brusquement (¹) et sans dégradation, parce que, plus bas, les courants ascendants qui forment les nuages lumineux sont rejetés de côté par le tourbillon. Elle est grise, c'est-à-dire moins lumineuse que la photosphère, parce que nous la voyons à travers une forte épaisseur d'hydrogène froid entraîné par le tourbillon (²). Enfin, sa partie inférieure, celle qui borde le noyau, est plus lumineuse que la partie supérieure, parce que les condensations nuageuses du bas gagnent en éclat, avec la pression, plus vite qu'elles ne perdent en intensité par l'absorption générale du milieu, absorption croissant avec la profondeur.

» *Segmentation des taches.* — Voilà un phénomène encore plus inexplicable que les précédents dans toute autre théorie. Parvenue à une certaine dimension, les taches se décomposent en d'autres taches absolument semblables à la première, et marchant de conserve avec elle. Je ne sais si les tourbillons de nos fleuves subissent une segmentation pareille, mais rien n'est plus commun que ce phénomène dans nos tourbillons aériens à axe vertical.

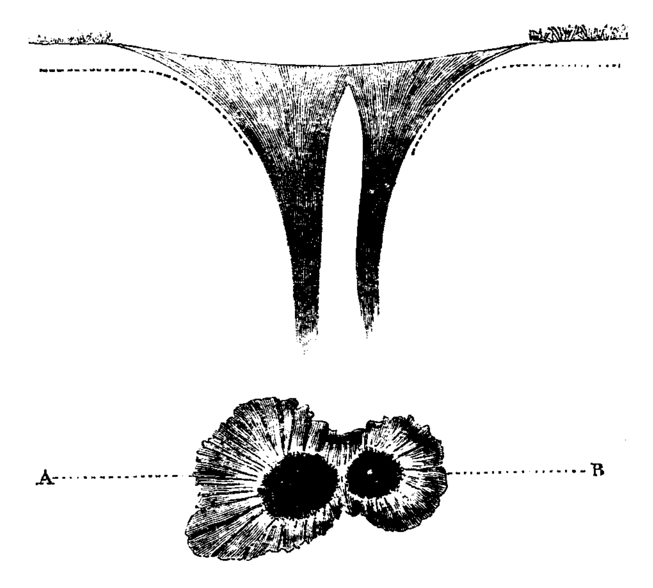
» La partie inférieure de la figure est (en projection horizontale) une tache qui vient de se segmenter. Elle a été copiée sur une photographie de M. Rutherfurd. La partie supérieure est une section verticale passant par les deux noyaux. La chromosphère est représentée en haut avec les flammèches; elle est notablement déprimée au-dessus de la tache. La photosphère est indiquée par une ligne fortement pointillée et horizontale. Les

---

(¹) Cela aussi arrive quelquefois à nos trombes dont la gaine nuageuse s'arrête à quelque hauteur, tandis que le tourbillon de l'intérieur continue sa descente invisible et affouille la mer ou le sol. Cela tient uniquement à ce que le froid produit autour de la partie inférieure de la trombe n'atteint pas le point de rosée de l'air ambiant.

(²) Elle n'est ni plus ni moins éteinte par cet hydrogène que les bords mêmes du Soleil, qu'on ne voit qu'à travers une épaisseur considérable de la chromosphère.

points représentent les nuages de condensation. La pénombre, commune aux deux noyaux, a subi déjà une sorte d'étranglement bien rendu sur le plan horizontal; sur le plan vertical, ou plutôt sur la section, elle est



marquée par deux lignes pointillées et inclinées, au-dessous et parallèlement à l'entonnoir. Enfin j'ai dessiné les deux cônes allongés qui se sont formés dans le tourbillon noir primitif. Leur séparation est déjà telle que quelques bouffées de vapeurs ascensionnelles qui vont ailleurs former la photosphère, et qui étaient rejetées latéralement par le canal primitif du tourbillon, ont pu se glisser entre les deux trombes actuelles et se condenser en haut en nuages lumineux figurés sur la coupe par quelques points noirs. On voit bien mieux sur la projection horizontale la langue étroite, sorte de pont lumineux, qu'ils ont formée d'un seul coup au travers du noyau noir primitif, à la hauteur du bord inférieur de la pénombre. Cette langue étroite s'est élargie et est devenue une véritable bande photosphérique. Bientôt les deux taches se sépareront davantage ([1]); elles auront alors chacune leur pénombre complète, leur noyau sombre, leur trou noir et continueront à voyager de conserve à très peu près sur le même parallèle.

([1]) Il ne faudrait pas croire que les deux tourbillons jumeaux se sépareront parce qu'ils se repoussent; non, c'est le premier (dans le sens de la rotation) qui marche en avant avec un petit excès de vitesse qui dure un ou deux jours et dont je ne suis pas en état de rendre compte.

» C'est là le phénomène dans sa plus grande simplicité. Il rappelle les deux tornados accouplés qui ont parcouru la France, d'un bout à l'autre, en 1789, exerçant leurs ravages sur deux bandes parallèles de terrain. Mais on voit très fréquemment aussi, sur le Soleil comme sur la Terre, de grands tourbillons se décomposer en un plus grand nombre de gyrations enchevêtrées; les unes se dégagent, se forment en cônes de gyration régulière et persistent; les autres s'effacent après avoir produit, dans l'entonnoir primitif, la plus étrange confusion. Il arrive souvent alors qu'une ou plusieurs de ces gyrations parasites ou adventives pénètrent un moment dans la pénombre et en tordent en spirales très prononcées les filaments lumineux. Mais je ne saurais trop répéter que les pénombres des taches normales ne doivent présenter et ne présentent rien de semblable.

» Nous nous occuperons dans la troisième et dernière Partie de la circulation verticale de l'hydrogène solaire. »

CHIMIE. — *Contributions à l'histoire des réactions entre le soufre, le carbone, leurs oxydes et leurs sels;* par M. **Berthelot.**

« **1.** L'étude des produits de l'explosion de la poudre m'a conduit à faire quelques observations sur les actions réciproques du soufre, du carbone, de leurs oxydes et de leurs sels. J'ai opéré tantôt au moyen de l'étincelle électrique, tantôt au moyen de la chaleur rouge. Dans les deux cas, il y a intervention d'énergies étrangères aux actions chimiques proprement dites, énergies développées par l'électricité, ou par l'échauffement : spécialement décompositions successives, dissociations et changements d'état moléculaire (carbone polymérisé changé en carbone gazeux, soufre gazeux ramené à son poids moléculaire normal, au lieu du soufre à densité triple observable vers 448°). Exposons les faits, d'une façon méthodique.

» **2.** *Gaz sulfureux.* — Une série d'étincelles électriques décomposent le gaz sulfureux en soufre et acide sulfurique (Buff et Hofmann)

$$3SO^2 = 2SO^3 + S.$$

» J'ai étudié de plus près cette décomposition. En opérant dans un tube scellé, sans mercure, avec des électrodes de platine, il faut plusieurs heures pour décomposer la moitié du gaz, et la décomposition s'arrête à un certain terme, comme Deville l'avait observé. Elle ne fournit pas d'oxygène libre; mais une partie du soufre s'unit au platine; tandis que le surplus forme avec l'acide sulfurique anhydre un composé spécial, visqueux, lequel

absorbe en outre une certaine dose de gaz sulfureux. Ce composé est le véritable intermédiaire de la réaction : comme il est décomposable en sens inverse, la tension propre des gaz sulfureux et sulfurique qu'il émet limite la réaction.

» 3. *Oxyde de carbone.* — L'oxyde de carbone, sous l'influence de l'étincelle, ou même de la température du rouge blanc (Deville), se décompose en partie en carbone et acide carbonique

$$2CO = CO^2 + C.$$

Mais la réaction demeure limitée à quelques millièmes. J'ai reconnu qu'elle a lieu dès le rouge vif et même à la température du ramollissement du verre. Le carbone se dépose au point où le tube de porcelaine sort du fourneau et subit un abaissement de température; même sans recourir à l'artifice du tube chaud et froid. On le manifeste mieux encore, en plaçant des fragments de pierre ponce dans cette région du tube. Une trace d'acide carbonique, produit simultanément, peut être aussi constatée avec quelques précautions dans les gaz recueillis.

» Quoique si faible et si peu sensible, cette réaction offre cependant une grande importance; car elle intervient, aussi bien que la dissociation du gaz carbonique en oxyde de carbone et oxygène, dans la réduction des oxydes métalliques et dans une multitude d'autres réactions pyrogénées.

» Opposons le soufre et le carbone, soit libres, soit combinés.

» 4. *Gaz sulfureux et carbone* (braise de boulanger calcinée au préalable pendant plusieurs heures au rouge blanc, dans un courant de chlore sec, puis refroidie dans un courant d'azote). — En opérant dans un tube de porcelaine rouge de feu, j'ai recueilli un gaz formé d'oxyde de carbone, d'oxysulfure de carbone et de sulfure de carbone (mélange analysable par les procédés que j'ai indiqués autrefois), d'après les rapports suivants :

$$4SO^2 + 9C = 6CO + 2COS + CS^2;$$

une petite quantité de soufre libre s'est sublimée en même temps.

» Tout ceci s'explique, en admettant que le carbone a pris l'oxygène

$$SO^2 + 2C = 2CO + S$$

et que le soufre gazeux, mis à nu, s'est combiné, pour son propre compte, en partie au carbone et en partie à l'oxyde de carbone.

» Dans ces expériences, le carbone contenu dans le tube se recouvre d'une sorte d'enduit fuligineux et éprouve une désagrégation remarquable,

qui le divise en petits fragments, suivant trois plans rectangulaires : circonstances qui paraissent dues à l'état de dissociation propre du sulfure de carbone, lequel se détruit, en partie, aux températures mêmes auxquelles il se forme, d'après mes anciennes observations (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 169).

» 5. *Acide carbonique et soufre.* — L'expérience a été faite à deux températures différentes.

» 1° On porte le soufre à l'ébullition, dans une cornue de verre, et on le fait traverser par un courant lent de gaz carbonique sec. Cette réaction a été donnée comme produisant de l'oxysulfure de carbone. Il n'en est rien, comme je m'en suis assuré par des essais très précis. Ce qui a pu occasionner l'erreur, ce sont les traces d'hydrogène sulfuré que le soufre, même le mieux purifié, dégage toujours lorsqu'on le chauffe. En réalité, le soufre en ébullition est sans action sur le gaz carbonique sec.

» 2° Si l'on dirige à travers un tube de porcelaine rouge de feu le gaz carbonique mêlé de vapeur de soufre, on observe au contraire une réaction, très faible à la vérité, mais incontestable. En effet, le gaz dégagé renfermait, sur 100 volumes, $2^{vol},5$ de gaz autres que l'acide carbonique :

$$1^{vol}\,COS;\quad 1^{vol}\,CO;\quad 0^{vol},5\,SO^2.$$

» Ces petites quantités me paraissent attribuables, non à l'attaque propre de l'acide carbonique par le soufre, mais à sa dissociation préalable en oxyde de carbone et oxygène; dissociation légère d'ailleurs dans ces conditions, mais que la présence du soufre, qui s'unit à la fois à l'oxygène et à l'oxyde de carbone, tend à rendre manifeste.

» 6. *Gaz carbonique et sulfureux.* — J'ai mélangé les deux gaz à volumes égaux, je les ai introduits dans un tube de verre, muni d'électrodes de platine, puis j'ai scellé à la lampe. Après deux heures et demie de fortes étincelles :

Diminution de volume	19
SO^2	31
CO^2	30
CO	20

» Chacun des deux gaz s'est décomposé pour son propre compte. L'oxygène résultant de la dissociation de l'acide carbonique s'est condensé en s'unissant avec l'acide sulfureux sous forme d'acide sulfurique.

» Le gaz sulfureux semble ici plus stable que le gaz carbonique, contrairement à ce que l'on aurait pu croire.

» 7. *Gaz sulfureux et oxyde de carbone.* — 1° Le mélange, fait à volumes égaux, a été dirigé lentement à travers un tube de porcelaine très étroit, rouge de feu. On a recueilli :

	Gaz moyen.	Gaz final.
SO^2	47	37
CO^2	9	20
CO	44	43

» Il s'est produit du soufre. Il n'y avait ni oxysulfure de carbone ni sulfure de carbone, en proportion notable.

» Ainsi l'oxyde de carbone a réduit le gaz sulfureux

$$2CO + SO^2 = 2CO^2 + S.$$

» Mais la réduction est demeurée incomplète, comme l'expérience faite avec l'acide carbonique permettait de le prévoir.

» 2° On a mêlé 2^{vol} d'oxyde de carbone et 1^{vol} de gaz sulfureux, et on les a introduits dans un tube de verre pourvu d'électrodes de platine; puis on a scellé le tube. On a fait passer une série d'étincelles. Voici deux essais :

	Après une demi-heure.	Après deux heures.
Diminution	14	28
SO^2	20	6
CO^2	18	9
CO	48	57

» Ni sulfure ni oxysulfure de carbone.

» On voit encore ici la réduction de l'acide sulfureux par l'oxyde de carbone. Mais, circonstance remarquable, une portion considérable du premier gaz se détruit pour son propre compte, sans céder son oxygène à l'oxyde de carbone et en fournissant ce même composé de soufre, d'acide sulfureux et d'acide sulfurique, qui se condense aux parois du tube.

» 3° La même expérience, répétée sur le mercure, avec de fortes étincelles, dans l'espace de quatre heures, a déterminé la destruction totale de l'acide sulfureux, avec production d'un mélange renfermant :

CO^2	24
CO	75
O	1

» C'est que le mercure absorbe l'acide sulfurique anhydre et l'élimine, en formant un sous-sulfate.

» 8. *Composés salins.* — Tous les oxysels alcalins du soufre étant ramenés

vers le rouge à l'état de sulfate et de sulfure, j'ai surtout envisagé ces deux sels, ainsi que le carbonate de potasse, et je les ai fait agir au rouge sur le soufre, le carbone et sur leurs oxydes gazeux. Les sels étaient contenus dans des nacelles, disposées dans un tube de porcelaine.

» 9. *Sulfate de potasse et acide carbonique.* — Au rouge vif, pas d'action. A une température plus haute, il conviendrait sans doute de tenir compte de la dissociation des sulfates, observée par M. Boussingault.

» 10. *Sulfate de potasse et oxyde de carbone.* — Au rouge vif le sulfate a été changé en sulfure, ou plutôt en polysulfure ([1]), renfermant quelques flocons de carbone, et l'on a recueilli un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone : la proportion relative du premier gaz variant entre les 4 cinquièmes et la moitié, suivant la vitesse du courant et la température. La réaction principale est ici

$$SO^4K + 4CO = KS + 4CO^2.$$

Il y a une trace de carbonate.

» 11. *L'action* réductrice du *charbon sur le sulfate de potasse* est trop connue pour qu'il m'ait paru utile de la reproduire.

» 12. *Sulfate de potasse et acide sulfureux.* — Au rouge vif pas d'action.

» 13. *Sulfate de potasse et soufre.* — On peut évaporer le soufre en présence du sulfate de potasse, sans qu'il y ait réaction, pourvu que l'on opère au-dessous du rouge. Au contraire, dans un tube de porcelaine rougi, la vapeur de soufre réduit le sulfate de potasse, avec production de polysulfure et de gaz sulfureux :

$$SO^4K + 5S = KS^3 + 2SO^2.$$

» Cette transformation n'a jamais été totale. Elle paraît d'ailleurs représenter le terme ultime d'une suite de changements, où interviennent les oxysels inférieurs du soufre, composés dont on retrouve, en effet, des traces en ménageant l'action.

» La réaction bien connue du sulfure de carbone sur le sulfate de potasse, qu'il change en sulfure, peut être regardée en bloc comme la somme de celle du soufre et du carbone; mais elle serait aussi précédée par des composés intermédiaires, tels que le sulfocarbonate, d'après M. Schöne.

([1]) La formation constante du polysulfure, dans les actions pyrogénées qui fournissent le sulfure, a été remarquée par Gay-Lussac, Berzélius et Bauer. Elle tient à quelque réaction mal connue, telle que la formation d'un oxysulfure de potassium.

» 14. *Soufre et carbonate de potasse.* — C'est là une réaction des plus étudiées. Au rouge, elle fournit du sulfure, du sulfate et de l'acide carbonique : $4CO^2K + 16S = 3KS^5 + SO^4K + 4CO^2$. Mais ce sont là aussi les termes extrêmes de réactions successives ; l'hyposulfite, par exemple, se formant à 250°, d'après Mitscherlich.

» 15. *Carbone et carbonate de potasse.* — Rappelons ici que cette réaction fournit de l'oxyde de carbone et du potassium, non sans formation de divers composés secondaires, tels que les acétylures. La dissociation du carbonate de potasse intervient d'ailleurs (Deville).

» 16. *Carbonate de potasse et acide sulfureux.* — Si le gaz passe rapidement, le sel chauffé au rouge se change en sulfate, avec une trace seulement de sulfure. Si le courant est lent, le sulfure augmente.

» 17. *Acide carbonique et sulfite.* — Il se forme du sulfate, du polysulfure, et un peu de carbonate. — Le métasulfite donne les mêmes produits. Je ferai observer à ce sujet que le métasulfite ne se change nettement en sulfate et acide sulfureux que s'il est chauffé seul. — Dans un courant d'un gaz, même inerte, tel que l'azote, il commence à se dissocier en acide sulfureux, qui est entraîné, et sulfite neutre, qui fournit ensuite une certaine dose de sulfure.

» 18. *Acide carbonique et polysulfure de potassium.* — Dans un tube rouge, il se sublime du soufre et le gaz dégagé renferme environ 3 centièmes d'un mélange d'oxyde de carbone, d'acide sulfureux et d'oxysulfure. C'est la même réaction que celle du soufre sur l'acide carbonique, attribuable à la dissociation de ce composé. Un peu de carbonate alcalin paraît résulter aussi de cette dissociation : l'oxygène que celle-ci fournit concourant avec l'excès d'acide carbonique pour déplacer le soufre.

» 19. De ces faits résulte plus d'une conséquence, relativement à l'étude des réactions produites pendant l'explosion de la poudre. Par exemple, si le carbonate de potasse subsiste en quantité notable en présence du soufre, résultant de la dissociation du polysulfure produit simultanément, c'est apparemment que ces deux sels ne prennent pas naissance au même point de la matière en ignition. Ce même soufre devrait attaquer aussi le sulfate de potasse. L'oxyde de carbone détruirait également le sulfate, s'il se formait au même endroit, ou s'il demeurait quelque temps en contact avec le sel fondu, etc. On voit par là comment le caractère plus ou moins homogène du mélange initial, la durée plus ou moins grande de la combustion et la vitesse variable du refroidissement peuvent faire varier la nature des

produits ultimes, entre des limites extrêmement étendues. J'aurai occasion de revenir sur ces problèmes, d'un haut intérêt pour les applications. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les phénomènes morbides qui se manifestent chez les lapins, sous l'influence de l'introduction du chloral hydraté dans l'oreille.* Note de M. VULPIAN.

« J'ai communiqué à l'Académie des Sciences, dans la séance du 8 janvier 1883, les résultats des expériences que j'avais faites en introduisant une petite quantité de solution aqueuse de chloral hydraté, à 25 pour 100, dans l'oreille externe de plusieurs lapins. Le phénomène le plus saillant, parmi ceux qui se manifestent à la suite de cette sorte d'expériences, lorsque le chloral hydraté a été introduit dans une seule oreille, consiste en un mouvement impétueux de rotation de l'animal sur son axe longitudinal : le lapin se déplace, en roulant ainsi sur lui-même, du côté sain vers le côté opéré, le train postérieur étant dirigé vers l'observateur.

» J'ignorais alors les expériences du même genre que M. Brown-Séquard avait faites et publiées en 1880 (¹). Cet éminent physiologiste avait vu apparaître du tournoiement et plus tard du roulement chez des cobayes dans le conduit auditif externe desquels il avait versé du chloroforme deux ou trois fois en quelques minutes. Il compare le roulement ainsi produit à celui que l'on provoque en piquant le pédoncule cérébral moyen; ce roulement a lieu du côté correspondant à l'oreille dans laquelle on a versé le chloroforme. M. Brown-Séquard a constaté que ces phénomènes rotatoires diminuent d'intensité au bout de quelques heures et qu'ils cessent le lendemain ou le surlendemain, mais qu'on peut les faire reparaître en excitant fortement l'animal. Enfin, sur sept cobayes ainsi opérés par M. Brown-Séquard, il en est deux qui sont morts de méningo-encéphalite à la suite de l'expérience.

» Quelques-uns des lapins dans l'oreille desquels j'ai introduit de la solution de chloral hydraté sont morts au bout de peu de jours. La cause de la mort a été, dans tous les cas, très différente de celle que M. Brown-Séquard a observée. Chez aucun de ces lapins je n'ai trouvé la moindre trace de méningite ou d'encéphalite. Les diverses régions de l'encéphale et des méninges étaient dans l'état le plus normal. Tous les lapins qui sont morts

(¹) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1880, p. 383.

ont succombé par suite d'une vive inflammation des voies aériennes, compliquée le plus ordinairement de broncho-pneumonie plus ou moins étendue. Dans ma Communication précédente, j'ai signalé la production d'un râle trachéo-bronchique au nombre des premiers troubles observés. Ce râle a été constaté dans tous les cas où l'expérience était bien faite, au point de vue des troubles de la motilité déterminés par l'introduction du chloral hydraté dans l'oreille. Il est bruyant, s'entend à distance et est plus ou moins durable. C'est quelques minutes après l'opération qu'il commence à se manifester. Je crois pouvoir l'attribuer à la pénétration du chloral dans l'oreille moyenne et à son passage, par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache, d'abord dans le pharynx, puis dans le larynx et la trachée-artère.

» Pour provoquer à coup sûr l'apparition de phénomènes de rotation, on est obligé de pousser un peu vers les profondeurs de l'oreille externe la solution de chloral qui a été versée : pour cela on presse sur le pavillon de l'oreille de haut en bas, vers le conduit auditif externe. Il se produit peut-être, par suite de cette manœuvre, une rupture de la membrane du tympan, qui hâte beaucoup l'arrivée du chloral hydraté dans le pharynx. En même temps que le râle trachéo-bronchique se montrent des signes de dyspnée; la respiration se ralentit et les mouvements du thorax sont plus amples et manifestement pénibles. Chez certains animaux, ces phénomènes morbides disparaissent au bout d'une ou plusieurs heures; chez d'autres ils persistent, et ces derniers animaux meurent assez souvent quelques jours après l'expérience. On trouve chez eux la partie supérieure, nasale, du pharynx pleine de muco-pus; le larynx et la trachée-artère en sont également remplis : la trachée, au lieu de muco-pus, peut contenir une sorte de fausse membrane épaisse, diphthéroïde, qui en tapisse toute la membrane muqueuse. Les poumons, comme je l'ai dit plus haut, offrent un ou plusieurs foyers de broncho-pneumonie.

» Dans ma Note du 8 décembre, je disais que, dans mes expériences, il peut ne pas se produire d'engourdissement chloralique; j'aurais dû ajouter qu'on observe quelquefois un chloralisme plus ou moins profond, plus ou moins passager, un quart d'heure ou une demi-heure après l'opération et que les résultats de l'expérience, sous ce rapport, varient en général avec la quantité de chloral hydraté qui reste dans l'oreille (après pénétration profonde) lorsqu'on remet l'animal en liberté.

» J'ai dit aussi dans la même Note que les troubles de motilité observés à la suite de l'introduction du chloral hydraté dans l'oreille conservent leur intensité pendant quelques jours et qu'ils vont en s'affaiblissant peu à

peu. Il importe de noter que cet affaiblissement ne les fait pas disparaître même au bout de quelques semaines. Des lapins ainsi opérés depuis un mois tournent encore aujourd'hui sur eux-mêmes avec impétuosité dès qu'on les excite et qu'ils cherchent à fuir. De plus, ils ont constamment la tête tournée sur l'axe du cou, de telle sorte que le côté de la face correspondant à l'oreille mise en expérience est dirigé vers le sol, l'autre côté étant dirigé en haut. Malgré les difficultés que cette attitude apporte à la préhension des aliments, ces animaux arrivent à les saisir et à se nourrir suffisamment. Ils ne paraissent avoir aucun trouble encéphalique en dehors des impulsions rotatoires. Leurs yeux sont déviés; la cornée de l'œil du côté opéré est dirigée en bas et un peu en avant; celle du côté opposé, en haut et un peu en arrière : cette déviation s'exagère, lorsqu'on provoque des mouvements de locomotion.

» La paralysie faciale persiste nécessairement, puisque, dans sa pénétration de l'extérieur à l'intérieur des cavités auditives, le chloral a atteint le nerf facial et lui a fait subir une altération qui entraîne son atrophie complète.

» Il me paraît absolument démontré que les troubles particuliers du mouvement constatés dans ces sortes d'expériences sont bien dus à une action directe du chloral hydraté sur les parties contenues dans l'oreille interne. En effet, j'ai toujours trouvé des indices d'inflammation dans les cavités de cette partie de l'oreille. D'autre part, la solution de chloral hydraté versée dans l'oreille externe, lorsque celle-ci contient beaucoup de cérumen, ne produit point d'effets de ce genre. Enfin tous les liquides irritants, même lorsqu'ils pénètrent dans l'oreille moyenne, ne déterminent pas ces accidents morbides, et il est difficile de ne pas attribuer cette dissemblance à une différence dans la facilité avec laquelle ces diverses sortes de liquides pénètrent dans les profondeurs de l'appareil auditif. C'est ainsi que j'ai vu, chez un lapin qui a été opéré il y a trois semaines et qui vit encore actuellement, l'introduction d'une petite quantité d'essence de térébenthine dans l'oreille externe produire une paralysie faciale très complète, sans qu'il y ait eu, à aucun moment, le moindre indice de tendance à la rotation, soit en manège, soit en rouleau. »

» Quant aux phénomènes généraux de chloralisme que l'on observe dans certaines de ces expériences, ils ont manifestement pour cause l'absorption du chloral hydraté par les téguments de l'intérieur de l'oreille et son passage dans la circulation. »

MÉDECINE. — *Observations, à l'occasion d'un Rapport de* M. Léon Colin, *sur la mortalité produite par la fièvre typhoïde dans l'armée française.* Note de M. **Vulpian.**

« Lorsque M. Bouley présenta à l'Académie, dans la séance du 15 janvier 1883, la Note de M. Fr. Glénard, intitulée : *Traitement de la fièvre typhoïde à Lyon, en* 1883, je crus devoir faire quelques réserves sur la valeur réelle de la comparaison établie par l'auteur entre les résultats du traitement de la fièvre typhoïde par l'expectation et ceux du traitement de cette maladie par les bains froids (méthode de Brand). L'Académie de Médecine avait déjà, à ce moment, entendu la lecture du Mémoire de M. Glénard et elle avait nommé une Commission pour examiner si les chiffres contenus dans ce Mémoire avaient bien la signification qui leur avait été attribuée. M. Léon Colin a lu le Rapport de la Commission dans la dernière séance de l'Académie de Médecine. J'ai l'honneur de le déposer sur le bureau de l'Académie des Sciences.

» M. Glénard avait mis en regard les chiffres de la mortalité par la fièvre typhoïde : dans l'armée allemande, 10 pour 100, 8,9 pour 100, ou même, pour le commandement de Stettin, 4,2 pour 100, et ceux de la mortalité de l'armée française par la même maladie, 36,7 pour 100.

» Le Rapport de la Commission nommée par l'Académie de Médecine fait remarquer que les chiffres relatifs à l'armée allemande comprennent probablement des cas étrangers à la fièvre typhoïde parce que le traitement par les bains froids est appliqué dès les premiers jours de fièvre, à un moment où le diagnostic exact de la fièvre typhoïde est impossible. Sans insister sur ce côté de la question, le Rapport établit que les chiffres de la mortalité dans l'armée française, tels qu'ils sont indiqués dans le travail de M. Glénard, ont été puisés dans des statistiques qui ne représentent pas l'état réel des choses. Les cas de fièvre typhoïde se trouvent en effet inscrits dans ces statistiques sous deux désignations distinctes : les uns, sous le nom de *fièvres typhoïdes;* les autres, sous celui de *fièvres continues.*

» Si l'on réunit ces deux sortes de cas, comme il convient de le faire, puisque la moyenne de la durée du séjour à l'hôpital, pour les fièvres continues, a été de trente jours par malade, le chiffre de la mortalité par la fièvre typhoïde dans l'armée française n'est plus que de 14 pour 100. Il serait moins considérable encore si on éliminait de la statistique les chiffres relatifs à l'armée d'Algérie; car la maladie offre une gravité exceptionnelle dans notre colonie algérienne.

» Pour ce qui concerne la pratique des hôpitaux civils, M. Glénard nous apprend qu'à Lyon, où la méthode de Brand est employée, la mortalité est de 9 pour 100.

» S'il s'agit de la mortalité pour l'année qui vient de s'écouler, ce chiffre ne s'éloigne pas très notablement de celui des hôpitaux de Paris, où l'on ne fait pas usage du traitement par les bains froids. Je citerai, en particulier, l'Hôtel-Dieu où, du commencement du mois d'août à la fin de la semaine dernière, il y a eu 1017 entrées et 107 morts, soit une mortalité de 10,52 pour 100.

» D'ailleurs, ces statistiques ne peuvent avoir qu'une valeur très discutable, parce qu'il est impossible d'y tenir compte de l'énergie de l'agent typhogène et de la réceptivité des individus exposés à l'influence de cet agent, conditions qui peuvent varier suivant les épidémies, suivant les pays, les lieux, les saisons, les habitats, les âges, etc. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note sur l'état des Sciences naturelles et de l'Anthropologie au Brésil;* par M. DE QUATREFAGES.

« J'ai reçu de M. Ladislau Netto, Directeur général du Musée National de Rio de Janeiro, un certain nombre de documents qui me semblent être de nature à intéresser l'Académie, car ils sont une preuve de plus du mouvement intellectuel qui s'est produit et grandit chaque jour au Brésil, sous la haute influence de notre illustre Associé étranger, l'Empereur Dom Pedro II.

» Un Volume, imprimé il y a une dizaine d'années, à propos de l'Exposition de Vienne, et, tout au moins, rédigé sous la direction immédiate de l'Empereur, permettait déjà de comprendre combien étaient remarquables les progrès récemment accomplis. Il montrait le Gouvernement, les Assemblées provinciales, les Municipalités, une foule de simples particuliers, rivalisant de zèle pour multiplier et développer les établissements d'instruction publique de toute sorte. L'instruction primaire à deux degrés était dès lors gratuite dans tout l'Empire, et obligatoire dans plusieurs provinces; des écoles du soir pour adultes étaient ouvertes à Rio et dans plusieurs autres villes; des établissements d'instruction professionnelle, des bibliothèques populaires, des cabinets de lecture étaient fondés. L'instruction secondaire était tout aussi favorisée.

» En même temps l'enseignement était étendu et complété dans les deux Facultés de Médecine, dans les deux Facultés de Droit; l'École

Centrale, espèce de Faculté destinée aux Sciences proprement dites, allait être détachée du Ministère de la Guerre, pour prendre un caractère exclusivement civil; l'Observatoire était réorganisé et partout l'instruction scientifique était fortifiée. Les Beaux-Arts n'avaient pas été oubliés. Deux grands établissements leur étaient consacrés. Au Conservatoire de Musique, l'enseignement destiné aux deux sexes était gratuit.

» En dehors des établissements d'instruction, il existait à Rio et dans les provinces de nombreuses Sociétés ou Associations scientifiques, littéraires et artistiques. La plus importante était et est encore l'Institut historique, géographique et ethnographique, fondé par l'Empereur, qui assiste très régulièrement à ses séances.

» Je ne saurais poursuivre cette énumération bien incomplète. Mais voici quelques chiffres qui montreront, mieux que des paroles, combien, sous l'impulsion partie d'en haut, les populations brésiliennes ont compris la nécessité d'éveiller et d'élever les intelligences. Le livre auquel j'emprunte ces détails nous apprend que, sur un revenu total de 72273225^{fr}, les vingt et une provinces qui composent l'Empire consacraient, en 1873, 11783689^{fr} à l'instruction publique. La moyenne est d'un peu plus de 16 pour 100. Dans une seule d'entre elles, dans celle de Matto-Grosso, cette dépense descendait à près de 10 pour 100 du revenu. En revanche, elle s'élevait à 23,5 pour 100 dans la province d'Espiritu-Santo; à 25,5 pour 100 dans celle de Céara; à 26 pour 100 dans celle de Sainte-Catherine; à 29 pour 100 dans celle de Minas-Geraës, et à 30 pour 100 dans celle de Goyaz. Nous sommes malheureusement bien loin d'être aussi généreux dans notre vieille Europe, quand il s'agit des choses de l'intelligence.

» Les Sciences naturelles avaient leur juste part dans cet ensemble d'institutions si largement rétribuées. On leur avait fait une place non pas seulement dans les Facultés de Médecine, mais jusque dans l'École Centrale, relevant du Ministère de la Guerre et destinée surtout à former des ingénieurs; on enseignait l'Anatomie et la Physiologie à l'École des Beaux-Arts. Un certain nombre d'établissements possédaient, à titre d'annexes, des collections plus ou moins importantes, et quelques musées d'Histoire naturelle avaient été fondés.

» Le plus important de ces derniers est le Musée National de Rio, qui date de 1817, mais qui, entièrement réorganisé par Dom Pedro, représente à peu près, au Brésil, notre Muséum de Paris. Comme chez nous, de nombreuses et vastes salles ont été destinées à recevoir des collections emprun-

tées aux règnes animal, végétal et minéral; elles étaient déjà trop étroites, il y a dix ans; comme chez nous, ces collections servent de base à un enseignement public très développé, qui comprend en outre les Sciences physiques, les Arts mécaniques et l'Agriculture. L'Empereur assiste souvent aux Leçons; et l'on comprend sans peine combien ce fait doit influer sur le zèle des professeurs, sur le nombre et l'assiduité des auditeurs. Une Section spéciale du Musée est provisoirement consacrée à l'Ethnographie, à l'Archéologie et à tout ce qui peut éclairer l'histoire des mœurs et coutumes des populations américaines. Cette Section sera plus tard transformée en un établissement spécial, probablement analogue à notre Musée du Trocadéro, mais où l'enseignement ne perdra aucun de ses droits.

» Comme le Muséum, le Musée National a sa publication scientifique, alimentée par les travaux des professeurs et employés de l'établissement. M. Ladislau Netto m'a adressé, pour en faire hommage à l'Académie, les quatre premiers Volumes de ces *Archives*. J'ai l'honneur de les déposer sur le Bureau.

» Voici quelques indications, forcément très succinctes, sur cette publication, fort intéressante sous bien des rapports.

» Le quatrième Volume est entièrement occupé par une *Flora fluminensis*, écrite vers la fin du dernier siècle par le Fr. José Mariano da Conceiçâo Velloso. L'impression de cet Ouvrage est avant tout un pieux hommage rendu à la mémoire d'un savant laborieux, enfant du pays, dont les travaux paraissent n'avoir été connus que par quelques citations élogieuses.

» Les trois premiers Volumes renferment 44 Mémoires plus ou moins développés et 46 planches. De ces Mémoires, 9 sont relatifs à la Géologie; 5 à la Botanique; 11 à la Zoologie; 6 à la Physiologie; 9 à l'Ethnographie et 4 à l'Anthropologie.

» On comprend que je ne saurais donner ici une idée, même très incomplète, de tous ces travaux. Ceux qui touchent à la Géologie, à la Bo tanique échappent, d'ailleurs, à mon appréciation.

» Parmi les travaux de Zoologie, je citerai une Note de M. le Dr Pizarro, directeur de la Section de Zoologie, sur un Batracien fort curieux, que l'auteur a nommé *Batrachythys*. Cet animal présente, à un degré remarquable, certains caractères des Batraciens Anoures adultes, et d'autres qui rappellent ceux des têtards. Peut-être, quand il sera mieux connu, trouvera-t-on dans son histoire des faits analogues à ceux qu'on a découverts, il y a quelques années, chez les Axolotls.

» Je signalerai encore l'ensemble des études de M. Frédéric Muller,

voyageur du Musée, sur les Insectes, et, plus particulièrement, un Mémoire très détaillé sur les curieuses métamorphoses d'un Diptère, dont la larve habite les eaux de plusieurs fleuves du Brésil.

» La Physiologie est représentée, dans les *Archives*, surtout par les recherches de M. Lacerda fils, sur le venin de diverses espèces de serpents. Le même a aussi étudié l'action du venin d'un Crapaud (*Bufo ictericus*, Spix). Il a montré que ce venin tue les animaux mis en expérience, en paralysant d'abord le cœur et plus tard seulement les muscles du mouvement volontaire. Les phénomènes se présentent ici dans un ordre inverse de celui qu'avaient observé Claude Bernard, Gratiolet et M. Cloëz, en employant le venin d'un Crapaud d'Europe (*Bufo vulgaris*).

» Nous retrouvons le nom de M. Lacerda en abordant l'examen des Mémoires d'Anthropologie. C'est dans les *Archives* qu'a paru le grand travail fait par lui, en commun avec M. Peixoto, sur les Botocudos. En présentant à l'Académie mes recherches personnelles sur l'homme fossile américain et ses descendants actuels, j'ai déjà eu à parler de ce Mémoire et j'ai été heureux de donner aux deux savants brésiliens des éloges bien mérités. M. Lacerda a publié seul une autre étude du même genre, mais un peu moins détaillée, sur deux crânes ayant appartenu à des squelettes ensevelis dans des urnes funéraires qui avaient été déposées dans une grotte de la Guyane brésilienne, non loin du Rio Maraca. M. Lacerda fait ressortir les différences qui distinguent ces crânes de ceux des Botocudos, différences très sensibles en effet pour l'un d'eux, mais bien moins pour l'autre, à en juger par les figures. Il est à remarquer que les crânes de Maraca, plus dolichocéphales que le crâne botocudo le plus allongé (indice horizontal moyen, 71,39 au lieu de 73,06), se rapprochent par ce caractère du crâne fossile de Lagoa Santa découvert par Lund (69,72). La différence est seulement de 1,67. Je ne saurais entrer ici dans l'exposé des réflexions que suggèrent cette presque identité d'un caractère aussi essentiel et quelques autres particularités présentées par les crânes de Maraca.

» J'ai dit plus haut que l'Ethnographie est largement représentée dans les *Archives*; mais il serait difficile de donner une idée des travaux de cette nature sans le secours des figures représentant les objets dont il est question. Je signalerai toutefois un Mémoire fort curieux de M. Ladislau Netto qui, après avoir payé son tribut aux *Archives* par plusieurs études de Botanique, aborde ici l'histoire des origines et des migrations américaines. Le point de départ de ce travail est l'étrange coutume observée chez un grand nombre de tribus, depuis l'extrême nord-ouest du continent jusqu'au Brésil, de

se percer la lèvre inférieure pour y suspendre des ornements fort divers de forme et de nature. M. Netto désigne l'ensemble de ces objets par le nom commun de *tambétas* (littéralement *pierres de lèvre*). Il en décrit et figure plusieurs formes, depuis la classique *botoque*, simple rondelle en bois des Botocudos, jusqu'à de gros cylindres à large tête conique, faits d'un quartz compact merveilleusement travaillé et ayant jusqu'à $0^m,014$ de diamètre sur $0^m,13$ de long, jusqu'à de grands pendants de gomme résine en forme de cône allongé, larges de $0^m,01$ à la base et longs de $0^m,21$.

» Les *Sambaquis* de Sainte-Catherine ont été étudiés par M. Wiener; ceux de Para par M. Ferreira Penna, voyageur du Musée. Ces Sambaquis sont de grands amas de coquilles, les uns artificiels, les autres naturels. Les premiers sont de véritables *débris de cuisine*, des Kjœkkenmœddings, comparables à ceux du Danemark. En les exploitant pour fabriquer de la chaux, on y a trouvé des ossements humains, des squelettes entiers, et aussi divers objets en pierre. Je signalerai surtout des haches, simplement taillées dans leur ensemble et dont le tranchant seul est poli. Comme l'a fait observer M. Hamy, c'est bien là la transition de l'une à l'autre de ces deux manières de travailler la pierre pour en fabriquer un instrument tranchant. Le Muséum possède quelques-uns de ces spécimens intéressants. Ils lui ont été envoyés par l'Empereur Dom Pedro en même temps que de grands échantillons de Sambaquis naturels, dont l'examen permet de reconnaître le mode de formation, tel que M. Wiener l'a compris. Leur aspect m'a rappelé celui de quelques points de la plage aux environs du cap d'Adge, où le cordon littoral, formé par les vagues, est à peu près exclusivement composé de coquilles, en majorité plus ou moins brisées. Un cordon de ce genre, relevé et consolidé par le temps, formerait un vrai Sambaqui.

» M. Penna a aussi donné aux *Archives* un travail très curieux sur ce qu'il appelle les *Ceramios* de Para. Ce sont de véritables tumuli, peu élevés, entièrement composés d'urnes ou d'autres vases de terre cuite juxtaposés et disposés par couches. Les interstices sont comblés par la terre prise dans le voisinage. Ces urnes renferment une foule d'objets travaillés et aussi des ossements humains. Leur étendue est parfois considérable. Celui de Pacoval a 39^m de largeur sur $80\text{-}100^m$ de longueur. Cette étrange collection de poteries, de statuettes, d'idoles, etc., couvre donc un espace de plus de 3 hectares sur une hauteur de 3^m à 8^m.

» M. Penna insiste avec raison sur ce fait, que les objets formant la couche inférieure du Ceramio sont très supérieurs par l'exécution à ceux

des couches superficielles. Il voit là l'indice d'un état social relativement élevé, que les conditions d'existence locales ont progressivement abaissé.

» Les recherches entreprises d'abord par quelques professeurs du Musée ont fait naître peu à peu le désir de grouper, au moins temporairement, dans une *Exposition anthropologique brésilienne*, les divers objets d'étude, jusque-là disséminés. Elle a eu lieu l'année dernière; et, grâce au patronage actif de l'Empereur, au dévouement de M. Netto, elle a parfaitement réussi. Huit grandes salles ont à peine suffi pour recevoir les richesses archéologiques, ethnographiques, anthropologiques dont on soupçonnait à peine l'existence. M. Netto a publié déjà un Catalogue sommaire des objets exposés et met la dernière main à un Catalogue méthodique. En outre, il a été publié une *Revue de l'Exposition anthropologique brésilienne*, dirigée par M. Mello-Moraès, et qui se continue encore aujourd'hui. J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau un exemplaire des numéros déjà parus. Composée de courtes Notices et illustrée de nombreuses figures, cette Revue apporte, aux ethnologistes surtout, une foule de renseignements intéressants.

» Encouragés par ce premier succès, les Savants brésiliens songent maintenant à faire appel à leurs Confrères du continent entier et à ouvrir prochainement à Rio de Janeiro une *Exposition anthropologique américaine*. Comme toujours, l'Empereur est à la tète de ce mouvement, qui, à coup sûr, aboutira. En ce moment, les études américaines sont en train de subir une transformation tout à leur avantage. Elles semblent avoir traversé cette période par laquelle sont également passées leurs sœurs aînées, portant sur l'histoire de l'Égypte et de l'Orient, période pendant laquelle l'imagination et les hypothèses jouent un rôle plus brillant qu'utile. On se met à remonter aux sources, à rechercher avant tout des faits précis. Cette marche plus lente conduira à des résultats plus durables. Une exposition qui réunirait pendant quelque temps les documents existant aux États-Unis, au Mexique, au Pérou, à Madrid, à Paris même; un Congrès où les américanistes sérieux pourraient échanger et contrôler réciproquement leur savoir, jetteraient certainement un jour tout nouveau sur l'histoire de l'Amérique dans les temps précolombiens. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur le dosage de l'acide phosphorique dans les terres arables*; par M. **P. de Gasparin**.

« La fabrication des phosphates et des engrais phosphatés a pris un si grand développement, que les agriculteurs se voient sollicités de tous côtés à acheter, pour l'amélioration de leurs cultures, les produits de l'industrie nationale et étrangère. Quant à la valeur intrinsèque de la marchandise offerte, je n'ai rien de nouveau à dire : il est à désirer, je le répète, qu'en acceptant le mode de détermination du titre, loyalement proposé par le vendeur, l'acheteur s'habitue à réclamer de l'essayeur, comme renseignement, le dosage de l'acide phosphorique contenu dans la partie de l'engrais proposé soluble dans l'eau.

» Mais il ne suffit pas à l'agriculteur de connaître exactement la valeur intrinsèque de l'engrais : il faut aussi qu'il en connaisse la valeur relative pour sa terre, *le besoin que sa terre en a*, s'il est permis de s'exprimer ainsi; en d'autres termes, la richesse présente des sols en acide phosphorique, quand il s'agit de lui en fournir; et il y aurait véritable incurie à ne pas faire cette vérification, dans la mesure du possible.

» Malheureusement, les procédés de dosage de l'acide phosphorique dans le sol, quoique beaucoup plus certains au point de vue théorique et même pratique qu'on ne l'a quelquefois prétendu, laissent beaucoup à désirer pour la facilité et la durée des opérations; principalement dans les sols argilo-calcaires, qui forment une partie si importante des terres arables, les calcinations entraînent la formation de silicates, qui, décomposés par la solution acide du produit calcaire, imprègnent les liquides d'une quantité considérable de silice à l'état naissant, dont on ne se débarrasse que par de nouvelles évaporations à siccité, par de nouvelles solutions acides, fort longues à filtrer, à laver et par conséquent à évaporer, pour les ramener à un volume propre à l'affusion du réactif molybdique. Ces longueurs dégoûtent les essayeurs et font renoncer, dans la pratique, à une vérification qui devient de jour en jour plus nécessaire.

» On juge donc au hasard, et, d'après un préjugé cultural ou une expérience souvent bien insuffisante sur la dernière récolte donnée par la terre, on fait une dépense importante sans utilité, ou bien on renonce à une dépense vraiment nécessaire.

» Je me suis, en conséquence, appliqué dans ces derniers temps à rendre la détermination de l'acide phosphorique, dans les sols arables, aussi facile

et aussi rapide que celle de tous les autres éléments qui les composent; j'y suis parvenu, comme pourront s'en assurer les analystes qui voudront bien suivre la méthode de manipulation que je soumets à l'Académie.

» 20^{gr} de la terre, finement pulvérisée et passant au tamis de soie, sont placés dans une capsule de Bayeux, et attaqués par l'acide chlorhydrique dilué au cinquième, tant qu'il y a effervescence. On ajoute à ce moment dans la capsule une eau régale contenant 3 parties d'acide chlorhydrique pour 1 partie d'acide azotique à la dose de 80^{cc}.

» On fait digérer au bain-marie, jusqu'à ce que le liquide ait pris une consistance sirupeuse. On étend d'eau froide distillée, on filtre, et on lave sur filtre à l'eau bouillante.

» Dans le liquide de filtration, on précipite par l'ammoniaque caustique en excès. Le précipité, recueilli et séché, est pulvérisé et calciné au rouge-cerise dans une capsule en platine (il est préférable de ne le pulvériser qu'après cette calcination). On le reprend alors par de l'acide azotique très dilué (au $\frac{1}{40}$) et, après digestion à froid, on filtre.

» Le liquide de filtration, débarrassé de la chaux, du fer, de la silice, par les opérations précédentes, contient l'acide phosphorique en totalité. On cohobe ce liquide au bain-marie, pour l'amener au volume convenable à la précipitation molybdique : le précipité de phosphomolybdate d'ammoniaque, n'étant pas souillé par un liquide chargé de sels de fer, d'alumine et de chaux, et étant absolument purgé de silice, peut, après un seul lavage, être repris par l'ammoniaque, pour y précipiter l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Ainsi, la détermination se trouve ramenée aux opérations les plus élémentaires du laboratoire, et j'ajouterai, à titre de renseignement, que mes essais m'ont toujours donné un dosage supérieur à celui de l'ancienne méthode, qui entraînait des pertes : l'acide phosphorique, après la cohobation du dernier liquide, se trouve en entier à l'état tribasique, ce qui me donne la conviction que la calcination avec un excès de sesquioxyde de fer et d'alumine, en un mot avec un excès d'une base quelconque, alcaline, alcalino-terreuse, terreuse, suffit à amener l'acide phosphorique à la forme tribasique; car je ne peux attribuer uniquement à une cohobation acide, de peu de durée, l'intégrité de l'état tribasique de l'acide phosphorique. »

NOMINATIONS.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture du décret par lequel le Président de la République autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par M[me] veuve Francœur, pour la fondation d'un prix annuel de mille francs « en faveur de l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques, pures ou appliquées ».

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée d'examiner les titres des Savants qui pourraient prétendre à ce prix, pour l'année 1882.

MM. Bertrand, Hermite, Bonnet, Jordan, Bouquet réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tisserand, Puiseux.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Sur les plaies par armes à feu, dites plaies en séton.* Note de M. J. Guérin.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Lorsqu'un projectile de guerre (balle de mitrailleuse, de fusil ou de revolver) entre dans les tissus en parcourant un certain trajet, avant d'en ressortir il laisse sur son passage une plaie qui diffère considérablement des plaies exposées, et encore plus des plaies sous-cutanées, avec lesquelles on a eu quelquefois le tort de les confondre.

» Pour ce qui concerne la différence qui existe entre les plaies exposées et les plaies *en séton*, il suffit de faire remarquer que, par cela même que ces dernières peuvent toujours, et à tous les instants, bénéficier du traitement direct et antiseptique, les secondes ne le peuvent que très difficilement et incomplètement, et n'offrent aucune des conditions qui leur permettent de compter sur l'immunité des plaies sous-cutanées.

» Or mes observations et mes expériences m'ont permis de résumer le mode d'action des projectiles de guerre dans les particularités suivantes :

» Par la forme que lui imprime la rayure du canon, par le mouvement

de rotation dont elle est animée, la balle déchire les téguments, contond et broie les tissus, et laisse après elle, lorsqu'elle traverse les os, les produits d'une sorte de mouture; ces débris variant de forme et de volume avec la vitesse du projectile.

» En vertu d'un certain degré d'élévation de la température, la balle produit encore, à la surface des parties traversées, un certain degré de cautérisation et de mortification qu'attestent les parcelles qui sortent de la plaie.

» Enfin l'ébranlement causé au système nerveux par l'action immédiate du projectile ajoute un dernier caractère différenciel au genre de plaie qui nous occupe.

» Les plaies de guerre en séton se présentent donc toujours avec des conditions qui s'opposent à la cicatrisation immédiate de leurs ouvertures et de leurs surfaces; elles contiennent toujours une certaine quantité de corps étrangers, résultant du broiement des tissus, auxquels s'ajoutent fréquemment des morceaux de chemise, de vêtement, poussés et introduits par la balle.

» Les plaies en séton ne présentent donc aucune des conditions des plaies sous-cutanées véritables. En effet, le propre de ces dernières, lorsqu'elles sont maintenues exactement à l'abri du contact de l'air, est de se cicatriser sans inflammation suppurative, c'est-à-dire de s'organiser immédiatement. Cette propriété, qui fait la base de la méthode sous-cutanée, aujourd'hui universellement acceptée, est absolument irréalisable pour les plaies de guerre en séton.

» Pour obvier aux dangers presque inséparables de ces plaies, surtout lorsqu'elles intéressent les os, et encore plus les articulations, j'ai institué un traitement qui comprend deux ordres de moyens :

» 1° Les *lavages antiseptiques par courants continus;*

» 2° L'*occlusion pneumatique*.

» Ces deux ordres de moyens sont employés, tantôt simultanément, tantôt alternativement ou successivement, suivant les complications de la plaie et ses différentes périodes.

» Dans la première période du traitement, j'introduis, par l'orifice d'entrée du projectile, l'extrémité conique d'un tube en caoutchouc vulcanisé qui doit s'y adapter par frottement et hermétiquement; l'autre extrémité plonge dans un vase d'eau phéniquée ou de permanganate de potasse au centième.

» J'introduis ensuite par l'orifice de sortie de la plaie un second tube

mis en communication par son extrémité libre avec un ballon aspirateur.

» Les choses étant ainsi disposées, on met en communication les tubes d'entrée et de sortie, c'est-à-dire le tube aspirateur avec le tube qui plonge dans le liquide, de telle façon que la plaie et les deux tubes ne forment plus qu'un canal continu que l'eau phéniquée ou permanganatée traverse incessamment, au degré voulu et réglé par le degré de vide de l'appareil. On peut donc ainsi graduer, interrompre, rétablir la continuité de ce lavage sous-cutané, lequel entraîne d'ordinaire les parties les plus ténues de l'intérieur de la plaie, et s'oppose, par ses qualités antiseptiques, au développement des suppurations de mauvaise nature.

» A ce moment du traitement, la plaie peut se trouver dans deux conditions différentes :

» Ou bien, débarrassée de tous les éléments hétérogènes qu'elle renfermait, elle est susceptible de se cicatriser par première intention;

» Ou bien, soumise au travail de l'inflammation suppurative, elle parcourt toutes les phases de cette période.

» Dans la première de ces deux conditions, le membre où siége la plaie en séton, après avoir été soumis aux irrigations tubulaires, est renfermé dans un manchon en caoutchouc vulcanisé dont l'ouverture d'entrée est d'un diamètre plus petit que celui du membre. Le vide étant fait à l'intérieur du manchon, celui-ci s'applique sur la surface du membre emprisonné, tout en permettant à l'aspiration de continuer à s'exercer sur les deux orifices de la plaie, orifices maintenus ouverts par deux portions de tubes.

» De ces deux actions combinées résulte une compression régulière de tout le trajet de la plaie et un appel incessant des liquides qu'elle peut encore contenir. Le premier liquide aspiré est séreux, noirâtre ou un peu sanguinolent; l'écoulement est lent, mais continu. Dès le second jour, le liquide fourni par la plaie s'épaissit : c'est un mélange de sérosité, de lymphe plastique et de matière pseudo-purulente. Presque jamais ce n'est du vrai pus, à moins que la blessure ne renferme des corps étrangers. Dans le plus grand nombre de cas, les anfractuosités de la plaie se comblent par des caillots; et le résultat final de ces deux actions *aspiration* et *compression* est l'adhésion cicatricielle des surfaces internes de la plaie maintenues appliquées l'une contre l'autre dans toute leur longueur.

» Lorsque la plaie du trajet du projectile n'a pu échapper au travail d'inflammation suppurative, il devient nécessaire d'insister sur l'emploi alternatif des courants tubulaires et de l'aspiration pneumatique pour ne pas chercher à obtenir d'emblée l'adhésion des surfaces internes de la plaie,

auxquelles il faut laisser le temps de se résoudre. Mais il est rare que quelques jours ne soient pas suffisants pour les ramener à la condition de cicatrisation consécutive. L'obstacle ou le retard apporté à ce travail résulte presque toujours de la présence de fragments d'os, esquilles ou sable osseux ou fragments d'étoffe restés dans l'intérieur de la plaie.

» Parmi les plaies que j'ai eu l'occasion de traiter par cette méthode dans les deux ambulances qui m'ont été confiées durant le siège, il s'en est trouvé 12 en séton. Toutes ont guéri : 4 par cicatrisation immédiate, 8 par cicatrisation consécutive, mais chez aucun des blessés il ne s'est manifesté d'accidents absolument graves. Chez 8 d'entre eux, cependant, les os avaient été sérieusement atteints, et chez 6 des articulations importantes avaient été traversées.

» Dans l'exposé général, que j'ai communiqué naguère à l'Académie de Médecine, des résultats obtenus à l'aide des irrigations tubulaires et de l'occlusion pneumatique, j'ai indiqué nominalement, avec leurs numéros matricules, les blessés qui y ont été traités par cette méthode; mais je n'avais pas exposé jusqu'ici l'ensemble des moyens qui la constituent, et que je viens de soumettre à l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Duponchel** adresse une Note relative à la conservation de l'énergie solaire.

L'auteur rappelle qu'il a adressé à l'Académie, il y a plus de neuf ans, une Communication contenant, entre autres principes, celui qui a servi de base à la théorie discutée par M. Siemens. Sa théorie lui paraît répondre, mieux que celle de M. Siemens, à l'explication des faits connus. En tous cas, il croit devoir revendiquer la priorité qui lui appartient.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *J.-H. Fabre*, portant pour titre « Nouveaux souvenirs entomologiques. Études sur l'instinct et les mœurs des Insectes ».

2° Un Volume de M. *Eug. Trutat*, intitulé « Traité élémentaire du Microscope ; Ire Partie : le Microscope et son emploi ».

Ces deux Volumes sont présentés par M. E. Blanchard.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions de deux variables indépendantes.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Dans plusieurs Communications précédentes, j'ai déjà donné des exemples de fonctions de deux variables indépendantes u et v, qui restent invariables quand on effectue sur u et v les substitutions en nombre infini d'un groupe linéaire discontinu. Les exemples que j'ai indiqués sont susceptibles de généralisation fort étendues; envisageons ici d'une manière générale un groupe discontinu pour tout point (u, v) [j'appelle, pour abréger, point (u, v) le système des valeurs de u et v] situé à l'intérieur du domaine D défini par l'inégalité

$$u'^2 + u''^2 + v'^2 + v''^2 < 1,$$

en posant $u = u' + iu''$ et $v = v' + iv''$, et je suppose d'ailleurs que toute substitution du groupe transforme tout point de la limite de D en un point de cette même limite. Je montre qu'il existe des fonctions F de u et v, seulement définies dans le domaine D, et que laissent invariables toutes les substitutions du groupe.

» Je considérerai uniquement dans ce qui suit les groupes jouissant de la propriété suivante : on peut trouver dans le domaine D un domaine R n'ayant aucun point commun avec la limite de D, et tel qu'à l'intérieur de R se trouve un point et un seul, transformé d'un point quelconque (u, v) au moyen de substitutions du groupe. Je me propose d'indiquer quelques propriétés des fonctions correspondantes.

» I. Nous montrons d'abord qu'il existe entre trois fonctions F une relation algébrique. Considérons ensuite deux fonctions dont le déterminant fonctionnel ne soit pas identiquement nul,

$$x = F_1(u, v), \quad y = F_2(u, v),$$

et soient les trois expressions

$$z_1 = \sqrt[3]{\frac{\partial F_1}{\partial u}\frac{\partial F_2}{\partial v} - \frac{\partial F_1}{\partial v}\frac{\partial F_2}{\partial u}}, \quad z_2 = uz_1, \quad z_3 = vz_1.$$

z_1, z_2 et z_3 peuvent être considérés comme des fonctions de x et y. On

reconnaît qu'elles satisfont à trois équations linéaires aux dérivées partielles

$$r = ap + bq + cz, \quad s = a_1 p + b_1 q + c_1 z, \quad t = a_2 p + b_2 q + c_2 z,$$

où les a, b, c sont des fonctions algébriques de x et y; par suite, z_1, z_2, z_3 désignant trois solutions communes convenables de ce système d'équations, les fonctions x et y peuvent être obtenues par l'inversion des équations

$$\frac{z_2}{z_1} = u, \quad \frac{z_3}{z_1} = v.$$

» II. Revenons aux trois fonctions

$$x = F_1(u, v), \quad y = F_2(u, v), \quad z = F_3(u, v),$$

et soit $f(x, y, z) = 0$ la relation algébrique à laquelle elles satisfont; supposons, de plus, qu'à tout système de valeurs de x, y, z ne corresponde qu'un point (u, v) dans le domaine R dont j'ai parlé plus haut. Prenons une de ces intégrales doubles considérées d'abord par Jacobi, puis par Clebsch et M. Nœther (*Math. Annalen*), intégrales qui sont dans la théorie des surfaces, les analogues des intégrales abéliennes de première espèce pour le cas des courbes algébriques :

$$(1) \qquad \int_{x_0}^{x_1}\int_{y_0}^{y_1} \frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z(x, y, z)},$$

où Q désigne un polynôme convenable d'ordre $(m-4)$ [m étant le degré de f]. La substitution des variables u et v aux variables x et y va nous permettre de définir avec précision ce qu'on doit entendre par cette intégrale quand x et y, partant de x_0 et y_0, z ayant la valeur z_0, arrivent en x_1 et y_1, z ayant la valeur z_1; nous montrons d'abord que l'expression

$$\frac{Q(x, y, z)\left(\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v} - \frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial y}{\partial u}\right)}{f'_z(x, y, z)},$$

quand on remplace x, y et z par F_1, F_2 et F_3, est une fonction $G(u, v)$ uniforme et continue dans le domaine D. On a de plus, en désignant une substitution quelconque du groupe par

$$\left(u, v, \frac{M_1 u + P_1 v + R_1}{M_3 u + P_3 v + R_3}, \frac{M_2 u + P_2 v + R_2}{M_3 u + P_3 v + R_3}\right),$$

$$(2) \qquad G\left(\frac{M_1 u + P_1 v + R_1}{M_3 u + P_3 v + R_3}, \frac{M_2 u + P_2 v + R_2}{M_3 u + P_3 v + R_3}\right) = G(u, v)(M_3 u + P_3 v + R_3)^3.$$

» Soient maintenant (u_0, v_0) un système de valeurs de u, v correspondant à x_0, y_0, z_0 et de même u_1, v_1 pour x_1, y_1, z_1; considérons l'intégrale double

$$\int_{u_0}^{U_1}\int_{v_0}^{V_1} G(u, v)\, du\, dv,$$

où U_1 et V_1 sont des transformées de u_1 et v_1 par une substitution quelconque du groupe. Cette intégrale a un sens parfaitement déterminé, puisque $G(u, v)$ est uniforme et continue, et elle représente les diverses déterminations de l'intégrale (1). Dans le cas particulier où x_1, y_1, z_1 coïncident avec x_0, y_0, z_0, on a à considérer les intégrales

$$\int_{u_0}^{U_1}\int_{v_0}^{V_0} G(u, v)\, du\, dv \quad \text{où} \quad U_0 = \frac{M_1 u_0 + P_1 v_0 + R_1}{M_3 u_0 + P_3 v_0 + R_3}, \quad V_0 = \frac{M_2 u_0 + P_2 v_0 + R_2}{M_3 u_0 + P_3 v_0 + R_3},$$

(M, P, R) étant, bien entendu, une substitution du groupe. Ces intégrales sont, en quelque sorte, les analogues des périodes des intégrales simples; mais, tandis que pour les courbes algébriques ces périodes sont des constantes, il arrivera ici en général qu'elles dépendront des valeurs initiales x_0 et y_0.

» Clebsch a défini le genre d'une relation algébrique entre trois variables par le nombre des intégrales telles que (1). Au point de vue où nous nous sommes placé, on pourra donner du genre la définition suivante. On remarquera d'abord qu'il existe seulement un nombre fini de fonctions $G(u, v)$ uniformes et continues dans le domaine D, satisfaisant aux équations (2), et linéairement indépendantes : ce nombre est précisément le genre relatif au groupe (M, P, R).

» III. En employant des séries analogues à celles qui nous ont servi pour former les fonctions F, on peut obtenir des fonctions uniformes Φ de u et v pour lesquelles on a

$$\Phi\left(\frac{M_1 u + P_1 v + R_1}{M_3 u + P_3 v + R_3}, \frac{M_2 u + P_2 v + R_2}{M_3 u + P_3 v + R_3}\right) = \mu . \Phi(u, v),$$

les μ étant des constantes.

» Indiquons une application de ces fonctions de seconde espèce; soient

$$(3) \qquad x = F_1(u, v), \quad y = F_2(u, v), \quad \Phi(u, v) = C,$$

F_1 et F_2 étant deux fonctions F considérées plus haut et C une constante arbitraire. Pour chaque valeur de C, ces équations définissent une fonction y de x, et il est aisé d'établir que, quel que soit C, ces fonctions satisfont à

une équation différentielle

$$f\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0,$$

où f est un polynôme; cette équation se trouve donc intégrée au moyen des relations (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique d'une classe d'équations linéaires.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« L'étude des intégrales algébriques des équations différentielles linéaires a donné lieu à des travaux fort remarquables; mais, en définitive, ce n'est que dans un très petit nombre de cas que l'on a pu reconnaître qu'une équation linéaire donnée s'intégrait algébriquement. Le problème comprend en réalité deux questions distinctes : 1° énumérer les divers groupes de substitutions d'ordre fini, contenus dans le groupe linéaire à p variables; 2° former l'ensemble des substitutions que subit un système fondamental d'intégrales d'une équation donnée correspondant aux divers contours fermés que l'on peut faire décrire à la variable, ou le *groupe de l'équation.* On doit à M. Jordan la solution de la première question (*Journal de Borchardt*, t. 84), mais la seconde paraît beaucoup plus difficile et n'a pu être abordée que dans des cas très particuliers. On ne verra pas sans intérêt, je pense, que ce problème peut être résolu très simplement pour une classe d'équations sur lesquelles j'ai déjà eu l'honneur de présenter une Note à l'Académie (15 janvier 1882), et dont l'intégrale générale s'exprime au moyen des séries hypergéométriques d'ordre supérieur.

» Je développerai le raisonnement sur l'équation du troisième ordre; la méthode est absolument la même, quel que soit l'ordre de l'équation différentielle. Étant données cinq quantités b_1, b_2, a_1, a_2, a_3, telles qu'aucune des quantités $b_1, b_2, b_1 - b_2, a_1 - a_2, a_1 - a_3, a_2 - a_3, b_1 + b_2 + b_3 - a_1 - a_2$ ne soit un nombre entier, il résulte de la Note citée plus haut qu'il existe une équation linéaire du troisième ordre à coefficients rationnels, admettant seulement les trois points singuliers 0, 1, ∞ et possédant, dans le domaine de chacun de ces points, trois intégrales qui ont respectivement les formes suivantes. On a, pour $x = 0$,

$$\varphi_1 = P_1(x), \quad \varphi_2 = x^{1-b} P_2(x), \quad \varphi_3 = x^{1-b_2} P_3(x);$$

pour $x = 1$,

$$\psi_1 = (1 - x)^{b_1 + b_2 - a_1 - a_2 - a_3} Q_1(x), \quad \psi_2 = Q_2(x), \quad \psi_3 = Q_3(x),$$

pour $x = \frac{1}{x'} = \infty$,

$$\pi_1 = x'^{a_1} R_1(x'), \quad \pi_2 = x'^{a_2} R_2(x'), \quad \pi_3 = x'^{a_3} R_3(x'),$$

P_i, Q_i, R_i désignant des fonctions holomorphes dans le voisinage du point correspondant. Imaginons deux lignes indéfinies partant des points o et 1 et jouant le rôle de coupures: les fonctions désignées par φ et ψ deviennent des fonctions uniformes dans toute l'étendue du plan. Entre quatre d'entre elles, on sait qu'il existe une relation linéaire et homogène à coefficients constants; les fonctions φ étant déterminées à un facteur constant près, on peut mettre ces relations sous la forme

$$(1) \quad \begin{cases} \varphi_1 = \psi_1 + l\psi_2 + m\psi_3, \\ \varphi_2 = \psi_1 + l'\psi_2 + m'\psi_3, \\ \varphi_3 = \psi_1 + l''\psi_2 + m''\psi_3; \end{cases}$$

ceci ne cesserait d'être vrai que si l'équation proposée admettait une intégrale dont la dérivée logarithmique fût une fonction rationnelle. Mais je suppose écarté ce cas particulier, qu'il est toujours aisé de reconnaître directement. Des équations (1), on tirera

$$(2) \quad \psi_1 = C_1\varphi_1 + C_2\varphi_2 + C_3\varphi_3,$$

C_1, C_2, C_3 vérifiant la relation $C_1 + C_2 + C_3 = 1$. Posons

$$\omega_1 = e^{2\pi i(b_1+b_2-a_1-a_2-a_3)}, \quad \omega_2 = e^{2\pi i(1-b_1)}, \quad \omega_3 = e^{2\pi i(1-b_2)},$$
$$\omega'_1 = e^{-2\pi i a_1}, \quad \omega'_2 = e^{-2\pi i a_2}, \quad \omega'_3 = e^{-2\pi i a_3};$$

désignons par $(\varphi_1)'$, $(\varphi_2)'$, $(\varphi_3)'$ ce que deviennent les intégrales φ_1, φ_2, φ_3 après que la variable a décrit un petit lacet dans le sens direct autour du point $x = 0$; soient de même $(\varphi_1)''$, $(\varphi_2)''$, $(\varphi_3)''$ les valeurs que prennent ces intégrales après un lacet décrit dans le sens direct autour du point $x = 1$. On a

$$(3) \quad (\varphi_1)' = \varphi_1, \quad (\varphi_2)' = \omega_2\varphi_2, \quad (\varphi_3)' = \omega_3\varphi_3;$$

$$(4) \quad \begin{cases} (\varphi_1)'' = [1 + C_1(\omega_1 - 1)]\varphi_1 + C_2(\omega_1 - 1)\varphi_2 + C_3(\omega_1 - 1)\varphi_3, \\ (\varphi_2)'' = C_1(\omega_1 - 1)\varphi_1 + [1 + C_2(\omega_1 - 1)]\varphi_2 + C_3(\omega_1 - 1)\varphi_3, \\ (\varphi_3)'' = C_1(\omega_1 - 1)\varphi_1 + C_2(\omega_1 - 1)\varphi_2 + [1 + C_3(\omega_1 - 1)]\varphi_3. \end{cases}$$

» L'intégrale générale de l'équation proposée sera algébrique si les substitutions (3) et (4) appartiennent à un groupe fini de substitutions. Il

reste encore à déterminer les coefficients C_1, C_2, C_3; je suppose pour cela que la variable décrive successivement deux lacets dans le sens direct autour des points $x = 1$, $x = 0$; après un pareil chemin, une intégrale telle que $\lambda\varphi_1 + \mu\varphi_2 + \nu\varphi_3$, où λ, μ, ν sont des quantités constantes, sera représentée par

$$\begin{aligned} &\{[1 + C_1(\omega_1 - 1)] + \mu C_1(\omega_1 - 1) + \nu C_1(\omega_1 - 1)\}\varphi_1 \\ &\quad + \{\lambda C_2(\omega_1 - 1)\omega_2 + \mu[1 + C_2(\omega_1 - 1)]\omega_2 + \nu C_2(\omega_1 - 1)\omega_2\}\varphi_2 \\ &\quad + \{\lambda C_3(\omega_1 - 1)\omega_3 + \mu C_3(\omega_1 - 1)\omega_3 + \nu[1 + C_3(\omega_1 - 1)]\omega_3\}\varphi_3. \end{aligned}$$

» En recherchant les intégrales qui se reproduisent, multipliées par un facteur constant S après que la variable a décrit le chemin considéré, on est conduit à une équation en S qui, après quelques transformations faciles, se met sous la forme

$$\begin{aligned} f(S) = (S - 1)(S - \omega_2)(S - \omega_3) &- (\omega_1 - 1) \\ &\times [C_1(S - \omega_2)(S - \omega_3) \\ &\quad + C_2\omega_2(S - 1)(S - \omega_3) + C_3\omega_3(S - 1)(S - \omega_2)] = 0. \end{aligned}$$

» Or le contour précédent équivaut à un lacet décrit autour du seul point critique $x = \frac{1}{x'} = \infty$; l'équation $f(S) = 0$ doit donc admettre pour racines ω'_1, ω'_2, ω'_3,

$$f(S) = (S - \omega'_1)(S - \omega'_2)(S - \omega'_3).$$

» On en déduit les valeurs de C_1, C_2, C_3

$$C_1 = \frac{(1 - \omega'_1)(1 - \omega'_2)(1 - \omega'_3)}{(1 - \omega_1(1 - \omega_2)(1 - \omega_3)},$$

$$C_2 = \frac{(\omega_2 - \omega'_1)(\omega_2 - \omega'_1)(\omega_2 - \omega'_3)}{\omega_2(1 - \omega_1)(\omega_2 - 1)(\omega_2 - \omega_3)},$$

$$C_3 = \frac{(\omega_3 - \omega'_1)(\omega_3 - \omega'_2)(\omega_3 - \omega'_3)}{\omega_3(1 - \omega_1)(\omega_3 - 1)(\omega_3 - \omega_2)}.$$

» On sera donc ramené au problème traité par M. Jordan. Il y aura au plus huit types d'équations de la forme considérée s'intégrant algébriquement, correspondant aux huit groupes finis de substitutions contenus dans le groupe linéaire à trois variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M.* Tchébychef. Note de M. A. **Korkine**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« M. Tchébychef m'a communiqué un théorème concernant l'intégrale

$$\int_0^1 \varphi(x).\psi(x)\,dx,$$

$\varphi(x)$ et $\psi(x)$ étant deux fonctions de x qui satisfont à l'une de ces deux conditions :

» 1° Elles sont simultanément croissantes ou simultanément décroissantes pour toutes les valeurs de x comprises entre zéro et l'unité ;

» 2° Ou bien l'une d'elles est croissante et l'autre décroissante pour les mêmes valeurs de x.

» Dans le premier cas, on aura

$$\int_0^1 \varphi(x)\,\psi(x)\,dx > \int_0^1 \varphi(x)\,dx \int_0^1 \psi(x)\,dx,$$

et, dans le second,

$$\int_0^1 \varphi(x)\,\psi(x)\,dx < \int_0^1 \varphi(x)\,dx \int_0^1 \psi(x)\,dx.$$

» Pour démontrer ce théorème, il suffit de considérer cette identité très simple

$$\frac{x_1 y_1 + x_2 y_2 + \ldots + x_n y_n}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n}\,\frac{y_1 + y_2 + \ldots + y_n}{n} + \frac{1}{n^2}\sum_{i,k}(x_i - x_k)(y_i - y_k),$$

où les $\frac{n(n-1)}{2}$ termes de la somme

$$\sum_{i,k}(x_i - x_k)(y_i - y_k)$$

correspondent à toutes les combinaisons des indices i et k pris dans la suite $1, 2, 3, \ldots, n$.

» Si l'on fait

$$x_i = \varphi\left(\frac{i-1}{n}\right), \quad y_i = \psi\left(\frac{i-1}{n}\right)$$

pour $i = 1, 2, 3, \ldots, n$, et qu'on passe à la limite en supposant n infiniment grand, on aura, comme conséquence immédiate de l'identité, le théorème de M. Tchébychef. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application d'une méthode donnée par Legendre.* Note de M. **R. Lipschitz.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 26 décembre de l'année dernière, M. de Jonquières a rappelé l'attention sur une méthode exposée par Legendre dans la *Théorie des nombres* (2e édition, 4e Partie, § XI, p. 412), méthode qui sert à trouver combien, dans une progression arithmétique quelconque, il y a de termes qui ne sont divisibles par aucun des nombres premiers compris dans une suite donnée. Pour le cas le plus simple, où la progression arithmétique devient la progression des nombres naturels $1, 2, 3, \ldots, n$, les nombres premiers donnés étant désignés par $a, b, c, \ldots, f$, si l'on dénote l'entier le plus grand contenu dans une quantité réelle et positive N par $[N]$, la question se trouve résolue par la formule désignée par (f'), p. 420, qui est la suivante :

$$n - \sum\left[\frac{n}{a}\right] + \sum\left[\frac{n}{ab}\right] \mp \cdots$$

La première somme s'étend à tous les nombres premiers $a, b, c, \ldots, f$, la seconde somme à toutes les combinaisons de deux nombres premiers différents, et ainsi de suite. Or il faut distinguer deux cas. Supposons, pour le premier cas, que $a, b, c, \ldots, f$ soient tous les nombres premiers contenus dans la série $1, 2, 3, \ldots, n$; l'unité est le seul nombre qui n'est divisible par aucun d'eux. Donc la valeur de la série en question se réduit à l'unité, ce qui donne le théorème (I), que j'ai eu l'honneur de publier dans les *Comptes rendus* (t. LXXIX, 1879, p. 948). Pour le second cas, où les nombres premiers $a, b, c, \ldots, f$ ne font qu'une partie quelconque de tous les nombres premiers non supérieurs à n, dénotons l'autre partie de l'ensemble par $p, q, r, \ldots, s$, et désignons par P, Q, ... tous les nombres non supérieurs à n, qui sont composés exclusivement des nombres premiers $p, q, r, \ldots, s$. Alors tous les termes de la série $1, 2, \ldots, n$, qui ne sont divisibles par aucun nombre $a, b, c, \ldots, f$, se composent de l'unité et de tous les nombres P, Q, ... Or la série donnée doit être égale au nombre L, P, Q, ..., (n) de tous les nombres P, Q, ..., augmenté de l'unité. Cela étant,

on arrive à l'équation

$$(\mathrm{I})\qquad n-\sum\left[\frac{n}{a}\right]+\sum\left[\frac{n}{ab}\right]\mp\ldots=1+\mathrm{L}(n),\mathrm{P},\mathrm{Q},\ldots,$$

qui coïncide avec le théorème V, exposé dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 26 décembre de l'année dernière, sous la condition que a, b, c, ..., f soient les nombres premiers non inférieurs à $n^{\frac{1}{\mu}}$ pour une valeur quelconque entière de μ.

» Mais, en partant des trois équations données par Dirichlet

$$\begin{aligned}
\mathrm{F}(n)&=\left[\frac{n}{1}\right]+\left[\frac{n}{2}\right]+\left[\frac{n}{3}\right]+\ldots,\\
\mathrm{G}(n)&=\left[\frac{n}{1}\right]+2\left[\frac{n}{2}\right]+3\left[\frac{n}{3}\right]+\ldots,\\
\mathrm{D}(n)&=\Phi(n)+\Phi\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right)+\Phi\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right)+\ldots,
\end{aligned}$$

où $\mathrm{F}(n)$, $\mathrm{G}(n)$, $\mathrm{D}(n)$, $\Phi(n)$ ont les significations exposées dans la Note citée et en suivant la voie choisie par Legendre, on peut déduire des théorèmes plus généraux que ceux indiqués par (VI), attendu que la disposition des nombres premiers non supérieurs à n en deux groupes $a, b, c, \ldots, f$ et $p, q, r, \ldots, s$ reste tout à fait à volonté. Je m'expliquerai pour la première équation. Commençons par un nombre premier quelconque a et posons les deux équations

$$\begin{aligned}
\mathrm{F}(n)&=\left[\frac{n}{1}\right]+\left[\frac{n}{2}\right]+\left[\frac{n}{3}\right]+\ldots,\\
\mathrm{F}\left(\left[\frac{n}{a}\right]\right)&=\left[\frac{n}{1.a}\right]+\left[\frac{n}{2.a}\right]+\left[\frac{n}{3.a}\right]+\ldots,
\end{aligned}$$

où, dans la seconde, au lieu de $\left(\frac{\left[\frac{n}{a}\right]}{\beta}\right)$, on a posé, à juste titre, $\left[\frac{n}{\beta a}\right]$. En faisant la soustraction, on voit que la différence $\mathrm{F}(n)-\mathrm{F}\left(\left[\frac{n}{a}\right]\right)$ devient égale à l'ensemble de tous les termes à droite pour lesquels le dénominateur de n n'est pas divisible par le nombre premier a. Maintenant, en joignant un autre nombre premier b, on trouve pour l'ensemble des termes, dont les dénominateurs ne sont divisibles ni par a ni par b, l'expression

$$\mathrm{F}(n)-\mathrm{F}\left(\left[\frac{n}{a}\right]\right)-\mathrm{F}\left(\left[\frac{n}{b}\right]\right)+\mathrm{F}\left(\left[\frac{n}{ab}\right]\right).$$

En continuant ainsi pour la fonction $F(n)$, le résultat en question se trouve démontré, et, comme les deux autres équations correspondant aux fonctions $G(n)$ et $\Phi(n)$ peuvent être traitées de la même manière, on parvient aux équations exigées

$$(\text{II}) \left\{ \begin{array}{l} F(n) - \Sigma\, F\left(\left[\frac{n}{a}\right]\right) + \Sigma\, F\left(\left[\frac{n}{ab}\right]\right) \mp \cdots = n + S\left[\frac{n}{P}\right], \\ G(n) - \Sigma a G\left(\left[\frac{n}{a}\right]\right) + \Sigma ab G\left(\left[\frac{n}{ab}\right]\right) \mp \cdots = n + SP\left[\frac{n}{P}\right], \\ D(n) - \Sigma\, D\left(\left[\frac{n}{a}\right]\right) + \Sigma\, D\left(\left[\frac{n}{ab}\right]\right) \mp \cdots = \Phi(n) + S\Phi\left(\left[\frac{n}{P}\right]\right). \end{array} \right.$$

où les sommes de droite s'étendent à tous les nombres P, Q, ... »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation d'un orage magnétique au cap Horn.* Lettre de M. **Mascart** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Les dernières nouvelles reçues de la Mission du cap Horn nous informent que la grande perturbation magnétique du 17 novembre dernier a été également observée au cap Horn.

» D'après les renseignements fournis par M. Le Cannellier, un des officiers attachés à la Mission, l'orage magnétique a commencé vers 5^h du matin le 17 novembre et atteint toute sa force dans la nuit du 17 au 18; la déclinaison a changé de 40′ en trois heures et les deux composantes ont éprouvé des variations de même ordre.

» Si l'on compare ces résultats à ceux qui ont été communiqués à l'Académie par M. Renou dans la séance du 27 novembre dernier, on voit, en tenant compte de la différence des longitudes, que la perturbation principale s'est manifestée presque au même moment au cap Horn et à l'Observatoire du Parc Saint-Maur; mais on ne pourra apprécier exactement la relation des deux phénomènes que par le détail des observations. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse à une Note de M.* Marcel Deprez; par M. **Maurice Lévy**.

« **1.** *Au point de vue théorique,* M. Marcel Deprez ne présente aucune objection à ma Communication du 6 novembre sur la relation entre

(1) Voir *Comptes rendus* du 15 janvier.

la force électromotrice d'une machine dynamo-électrique et sa vitesse; il se borne à déclarer qu'il n'a pas à apprécier mes raisonnements.

« M. Maurice Lévy, dit-il, déclare cette loi (la loi de proportionnalité de la force électromotrice à la vitesse de l'induit) fausse, et, *grâce à des raisonnements que je n'ai pas à apprécier*, il arrive à la remplacer par une série illimitée ordonnée suivant les puissances entières de la vitesse.

» *Au point de vue pratique*, M. Deprez ne répond pas davantage aux considérations très précises, je crois, exposées dans ma Note du 11 décembre au sujet des expériences du Dr Fröhlich sur le transport de la force.

» Les expériences que produit M. Deprez, et qui ont été faites maintes fois avant lui, n'ont aucun rapport avec cette question du transport.

» Il est parfaitement connu que, pour *une* machine, la loi de proportionnalité est approximativement vérifiée par l'expérience (et c'était une raison de plus de montrer nettement qu'elle n'a aucune valeur théorique, contrairement à une croyance très répandue parmi les ingénieurs). Mais, par les raisons que j'ai indiquées dans la Note susmentionnée, il pourrait se faire que, même pratiquement, elle devînt insuffisante dans le phénomène si complexe et si mal connu du transport de la force entre deux machines.

» Je sais bien que M. Deprez traite ce phénomène avec la simplicité la plus rudimentaire; mais c'est justement parce qu'il le traite ainsi que ses calculs le conduisent à se tromper du simple au double, comme lorsqu'ils lui ont fait annoncer à l'Académie le chiffre de 60 pour 100 pour le rendement de son expérience de Munich.

» 2. La seule observation que M. Deprez présente en réponse à ma dernière Note est celle-ci :

» J'ai dit que l'erreur de M. Deprez dans tout ceci, comme dans son calcul du rendement de l'expérience de Munich, comme dans l'idée qu'il se fait du prix de l'effort statique, vient de ce qu'il raisonne comme si le seul travail perdu dans le transport de la force était celui employé par le courant à échauffer le circuit qui relie les deux machines, travail qu'il appelle RI^2, tandis que, *même en admettant la permanence*, ce qui est déjà une hypothèse très hasardée, comme l'ont observé M. Joubert et aussi M. Cabanellas, le travail perdu se compose :

« 1° de RI^2; 2° du travail consommé par les courants qui naissent dans le fer de l'anneau de la machine génératrice et *qui l'échauffent;* 3° du travail analogue perdu par la réceptrice. Or ces derniers travaux ne sont pas indépendants de la vitesse des anneaux; ils croissent au contraire, à peu près comme les carrés de ces vitesses.... »

» M. Deprez fait suivre ce passage de ma Note des réflexions suivantes :

« Il y a dans ces quelques lignes de singulières contradictions. Remarquons que le produit RI^2 représente un travail calorifique et non un travail mécanique. M. Lévy veut bien admettre qu'il est constant; mais il veut absolument lui ajouter un travail mécanique, dû aux courants intérieurs qui, selon lui, se développent dans le fer de l'anneau, et dont l'effet immédiat serait nécessairement d'augmenter le couple résistant déjà produit par le frein, d'un terme proportionnel au carré de la vitesse. »

» M. Deprez se trompe. Il n'est question de travail mécanique que dans son imagination. Les travaux perdus par les courants qui naissent dans les anneaux sont, comme celui perdu par les courants du circuit, des travaux calorifiques, c'est-à-dire qu'ils sont employés à échauffer les anneaux exactement comme le premier est employé à échauffer le circuit.

» Il n'y a donc de « singulières contradictions » que dans ce que M. Marcel Deprez veut bien me prêter, mais non dans ce que j'ai écrit [1].

» A présent, si M. Deprez nie l'importance *pratique* des travaux calorifiques perdus dans les courants des anneaux (théoriquement, ces courants existent incontestablement), il lui restera, pour que sa négation ait une valeur, à expliquer par d'autres pertes que celles dues à ces travaux :

» 1° L'écart d'environ 100 pour 100 qui existe entre le rendement calculé par lui dans son expérience de Munich et le rendement réel;

» 2° Les écarts analogues signalés par M. Fröhlich dans ses expériences sur le transport.

» Je ne dis pas que la chose soit impossible; je ne crois pas du tout que la théorie de M. Fröhlich, consistant à attribuer ces écarts *uniquement* aux courants de Foucault, soit définitive. Il se peut fort bien, et je suis, quant à moi, porté à le croire, que la périodicité à laquelle j'ai fait allusion plus haut y joue un rôle important et peut-être prépondérant.

» Si M. Marcel Deprez élucide la question à ce point de vue ou tout autre acceptable, je serai le premier à lui rendre justice; mais, s'il persiste dans ses calculs et dans des raisonnements qui ne peuvent expliquer aucun des écarts constatés entre la théorie et l'expérience dans le phénomène si difficile à analyser du transport de la force, il me permettra de ne pas le suivre davantage dans une discussion qui, en ce cas, serait parfaitement stérile. »

---

[1] Je ne vois d'ailleurs pas quelle contradiction il y aurait à ajouter un travail mécanique à un travail calorifique.

M. **Marcel Deprez** transmet à l'Académie la traduction suivante de l'extrait du Rapport officiel de la Commission de l'Exposition d'Électricité de Munich, sur les expériences faites, à partir du 26 septembre 1882, au sujet du transport de la force par les machines dynamo-électriques.

« A l'aide de deux machines dynamo-électriques (système Gramme) de construction identique, M. Marcel Deprez a transporté à Munich, à une distance de 57^{km}, à travers un fil télégraphique en fer de $4^{mm},5$ de diamètre, le travail fourni, à Miesbach, par une machine à vapeur. La machine réceptrice, placée dans le palais de Cristal, a mis en mouvement pendant huit jours une pompe centrifuge alimentant une cascade d'environ $2^{m},5$ de hauteur.

» Les machines dynamo-électriques ont été mises en mouvement, pour la première fois, le 25 septembre à 7^{h} du soir, et d'après les données de M. l'ingénieur Datterer, désigné par le Comité, la réceptrice placée à Munich tournait à la vitesse de 1500 tours par minute; le frein servant à mesurer le travail était chargé de $1^{kg},5$.

» Une série d'accidents, dus à ce fait que les machines étaient construites pour des expériences de laboratoire et non pour l'usage pratique, arrêtèrent, au bout de huit jours, la marche jusque-là complètement satisfaisante des machines. Les cercles qui entouraient l'anneau d'une des machines se rompirent; par suite, les fils de l'anneau, de $0^{mm},4$ de diamètre, furent endommagés et durent être isolés de nouveau. Dans le bourg lointain de Miesbach, ces réparations ne purent être faites qu'avec de grandes difficultés et exigèrent de la part des collaborateurs de M. Marcel Deprez beaucoup de patience et de persévérance.

» Les 9 et 10 octobre, lorsque la Commission d'essai commença ses mesures, on ne put atteindre, à Miesbach, avec la machine réparée, qu'une vitesse de 1600 tours par minute; les résultats obtenus furent par suite beaucoup moins favorables qu'ils ne l'eussent été à la vitesse normale de 2000 tours atteinte tout d'abord.

» Pendant quelques instants seulement on put atteindre, pendant les mesures, la vitesse de 2000 tours par minute, et encore, au commencement des expériences, un des balais de la machine se détacha, ce qui produisit un extra-courant et détruisit complètement la machine.

» Les résultats obtenus, dans ces circonstances défavorables, sous la

direction de MM. les professeurs Dorn, Kittler, Pfeiffer et Schröter ont été les suivants :

	ohms
Résistance de la ligne	950,2
Résistance de la machine, à Miesbach....	453,1
Résistance de la machine, à Munich.....	453,4

	Miesbach.		Munich	
Date.	Nombre de tours par minute.	Intensité en ampères I.	Nombre de tours par minute	Différence de potentiel en volts E_2.
10 octobre, $12^h 32^m$-37^m............	1611	0,519	752	850

» De là, on tire

	Travail électrique		Travail électrique total		Travail d'échauffemen dans tout le circuit		Travail disponible pour le transport de la force		
Différence de potentiel à Miesbach $E_1 = E_2 + 950 \times I$.	extérieur $E_1 I$.	en chevaux $\frac{E_1 I}{736}$.	$E_1 I + I^2 \times 453,1$.	en chevaux.	$I^2 \times 1856,7$.	en chevaux.	$E_2 I - I^2 \times 453,4$.	en chevaux.	Pour 100 du travail électrique total.
1343 volts..	697	0,947	819	1,13	500	0,680	319	0,433	38,9

» Les déterminations électriques du travail, entreprises en même temps que les mesures électriques, n'ont donné aucun résultat exact; d'abord la machine de Munich n'avait pas une base assez solide et une partie du travail était absorbée par les vibrations de la machine; ensuite le dynamomètre Von Hefner-Alteneck, employé à Miesbach, était construit pour mesurer des forces de 15 chevaux, et les limites d'erreur de cet appareil étaient trop grandes pour la petite force à mesurer. Le travail obtenu, à Munich, au frein s'est élevé à 0,25 HP; il faudrait y ajouter le travail absorbé par les vibrations de la machine; au lieu de se servir de mesures directes, on aurait une évaluation plus exacte du travail dépensé à Miesbach en partant du travail électrique dépensé à Miesbach et du rendement de la machine de Munich, identique à celle de Miesbach, rendement que l'on peut estimer par les chiffres donnés ci-dessus, en tenant compte des trépidations.

» Comme, par suite des nombreux accidents indiqués plus haut, les résultats obtenus pendant les mesures de la Commission d'essai sont notablement moins favorables que pendant les premières expériences, M. Marcel Deprez s'est décidé à répéter l'expérience à Munich avec des machines plus solidement construites, et nous croyons qu'alors seulement on pourra prononcer un jugement décisif sur le rendement. Nous n'hésitons cependant pas à proclamer la réussite du transport de la force de Miesbach à

Munich, transport en tout cas important dans l'histoire de l'électrotechnique.

La Commission d'essai pour les expériences électrotechniques du palais de Cristal de Munich.

» *Le Secrétaire,*
» Osc.-V. Miller.

» *Le Président,*
» Dr V. Beetz. »

PHYSIQUE. — *Réponse aux observations présentées par M.* M. Lévy, *dans sa Note du 22 janvier* 1883; par MM. E. **Mercadier** et **Vaschy**.

» Ces observations sont relatives à notre Note insérée dans les *Comptes rendus* du 8 janvier sur les divers systèmes d'unités électriques.

» I. M. Lévy pense que les idées que nous avons émises ne sont pas nouvelles, et que les considérations que nous mettons en avant sont notamment exposées dans les pages 10, 11 et 12 de sa *Conférence sur les unités électriques* (1).

» Voici le texte même des seules considérations qui forment notre point de départ :

» ..... Depuis Maxwell on exprime les dimensions des diverses grandeurs électriques en supprimant les coefficients k et k' (il s'agit des coefficients des lois de Coulomb et d'Ampère) et on leur trouve des expressions *différentes* dans les deux systèmes électrostatique et électromagnétique. »

» Nous pensons que cette différence ne doit pas exister.

» Et d'abord on n'a certainement pas le droit, au point de vue scientifique ou théorique; de supprimer *a priori*, sans examen approfondi, les coefficients k et k' en définissant les unités de *quantité* et de *courant*, car on ne sait pas *a priori* s'ils ne représentent pas quelque grandeur physique exprimable en longueur, temps et masse et dépendant des propriétés du milieu où se produisent les phénomènes, auquel cas on supprimerait des formules l'influence de l'élément qui pourrait être le plus important.....

» ..... Nous admettons comme parfaitement évident qu'une *même grandeur* physique, telle qu'une quantité d'électricité, une capacité, une résistance, etc., ne peut être représentée que d'*une seule manière* en fonction des unités fondamentales (à un coefficient *numérique* près), tout comme un volume, une vitesse, une accélération, etc. »

» La première conséquence que nous en déduisons, c'est l'*identité nécessaire* des deux expressions d'une même grandeur électrique dans les deux systèmes usités quand on y rétablit les coefficients k et k' indûment supprimés selon nous; mais (nous insistons sur ce point) nous rétablissons ces

(1) Gauthier-Villars, 1882.

coefficients, non pas parce qu'il *est indifférent de ne pas le faire ou de le faire*, sauf à les supprimer ou non ensuite par des considérations secondaires, telles que, par exemple, celle de simplifier des calculs, mais bien parce que, *a priori, on n'a pas le droit* de les supprimer, ce qui est tout à fait différent.

Or nous pensons que dans la question des unités électriques les considérations précédentes et ce mode de raisonnement sont nouveaux, et en tout cas le lecteur qui voudra bien se reporter à l'Ouvrage sur les unités électriques indiqué ci-dessus n'y trouvera rien de semblable.

» II. En second lieu, les considérations précitées conduisent forcément à penser qu'il ne saurait rationnellement exister plusieurs systèmes de dimensions pour les diverses grandeurs physiques, et qu'en particulier, pour les grandeurs électriques, il doit exister un système unique, qui, *a priori*, pourrait n'être ni le système électrostatique, ni le système électromagnétique.

» C'est ce système que nous avons commencé à chercher dans la seconde partie de notre Note du 8 janvier, en essayant de déterminer séparément la nature des coefficients k et k' des lois de Coulomb et d'Ampère.

» Un premier examen des résultats expérimentaux connus nous a *semblé* montrer que le système cherché *paraissait être* le système dit électromagnétique, et alors, sous la réserve (que nous exprimons dans les dernières lignes de notre Note) des expériences à faire pour confirmer et justifier cette pensée, nous l'avons indiquée sous une forme constamment *conditionnelle* et dubitative, ainsi qu'on peut s'en assurer en lisant attentivement la dernière partie de notre travail.

» Mais M. Lévy discute ces indications comme si elles représentaient des *conclusions présentées comme certaines*, et il indique des raisons qui lui font trouver bien improbable que les expériences que nous promettions puissent confirmer nos prévisions.

» Nous n'avons pas à discuter ces raisons, car, précisément à la suite même des observations de M. Lévy, dont nous n'avions pas eu connaissance, se trouve dans le même numéro des *Comptes rendus* la *première partie* de nos expériences.

» On pourra peut-être, en les examinant, ne pas en trouver les résultats, dont la forme est *négative*, encore suffisants pour pouvoir affirmer *absolument* que le coefficient k' de la formule d'Ampère est une constante numérique; mais on reconnaîtra qu'ils ne sont pas de nature à nous faire abandonner nos prévisions et à nous empêcher de continuer nos expériences. Dans des problèmes aussi délicats et aussi difficiles, nous pensons

avec notre savant contradicteur que l'expérience seule permettra de décider en dernier ressort. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvelle expérience sur l'électrolyse.* Note de M. E. **Semmola**, présentée par M. Th. du Moncel.

« La décomposition d'un liquide par le courant électrique s'effectue d'après certaines lois déterminées, parmi lesquelles on remarque celle-ci :

« La quantité de liquide décomposé dans un temps donné est propor-
» tionnelle à la quantité d'électricité qui le traverse dans le même temps. »

» Pour démontrer cette loi expérimentale, M. Pouillet plaçait, dans un circuit traversé par le courant d'une pile, un voltamètre et une boussole des sinus ou des tangentes, et il constatait que la quantité de gaz dégagée était proportionnelle à l'intensité du courant mesurée par la boussole.

» Faraday changea cette méthode d'expérimentation et rendit l'expérience plus palpable aux yeux en interposant dans le même circuit trois voltamètres A, B, C identiques et de même résistance, et en les disposant de manière que le courant, après avoir traversé le premier voltamètre A, se bifurquât à travers les deux autres B et C, et les conducteurs de jonction devaient être choisis de façon que les deux flux électriques ainsi dérivés fussent bien égaux. En sortant de ces voltamètres, les deux courants dérivés se réunissaient pour aller regagner la pile.

» Or, la quantité de gaz dégagée dans le premier voltamètre A se trouvait être exactement égale à la somme des volumes des gaz dégagés dans les deux autres voltamètres B et C, et il pouvait, par conséquent, en conclure qu'une même quantité d'électricité produit toujours la même somme d'actions chimiques.

» Cette méthode, qui est mentionnée dans le *Traité d'électricité et de magnétisme* de M. Gordon, est évidemment préférable à la première, puisqu'elle montre la loi d'un seul coup d'œil et sans avoir à prendre des mesures rhéométriques. Il m'a semblé pourtant qu'on pourrait la simplifier en ne mettant à contribution qu'un seul voltamètre, et voici comment je m'y suis pris :

» J'ai fait adapter à un voltamètre ordinaire trois électrodes de platine *a*, *b*, *c*, bien identiques et disposées en triangle au fond du voltamètre; les côtés de ce triangle représentés par les distances séparant les électrodes étaient bien égaux, et l'une des électrodes *c* était mise en rapport avec le pôle positif de la pile alors que les deux autres, *a* et *b*, communiquaient avec les contacts d'un commutateur. Le contact mobile de ce commutateur était

constitué par une barrette métallique mise en rapport avec le pôle négatif de la pile et pouvait réunir ou disjoindre métalliquement les deux électrodes *a* et *b* non réunies à la pile. Quand la barrette disjoignait ces électrodes, le courant de la pile passait directement de l'électrode *c* à l'électrode *b* comme dans les voltamètres ordinaires, et regagnait la pile par la barrette du commutateur: l'électrode *a* étant isolée du circuit ne jouait alors aucun rôle; mais, quand cette barrette était abaissée sur le second contact du commutateur en rapport avec l'électrode *a*, le courant, arrivé à la première électrode *c*, se bifurquait pour aller regagner simultanément les deux électrodes *a* et *b* et aller de là à la pile. En mesurant alors la quantité d'hydrogène dégagée sous chacune des éprouvettes correspondant aux électrodes *a* et *b*, on trouve que leur somme est exactement égale à la quantité d'hydrogène recueillie sous l'une de ces éprouvettes *b*, lorsque le commutateur, en isolant l'autre éprouvette, faisait passer tout le courant par l'électrode *b*. La loi se trouve donc ainsi démontrée avec un seul voltamètre.

» J'aurais pu prendre deux électrodes positives, au lieu d'une seule, pour rendre les effets symétriques; mais, comme les résultats auraient été les mêmes, il était plus simple de n'en employer qu'une, et d'ailleurs je préférais faire l'expérience en ne considérant que l'hydrogène dégagé; car, avec ce gaz, les volumes recueillis correspondent toujours exactement aux quantités développées, tandis qu'il n'en est pas de même avec l'oxygène.

» Avec ce dispositif d'expérience, les résistances qui séparent les électrodes les unes des autres peuvent bien ne pas être rigoureusement égales sans que la vérification de la loi en souffre en aucune façon; les quantités d'hydrogène que l'on recueillera seront alors, il est vrai, inégales dans les deux éprouvettes, mais leur somme sera toujours égale à celle recueillie sous une seule éprouvette lorsque le courant ne se bifurque pas, ce qui prouve toujours qu'une même quantité d'électricité produit une somme égale d'actions chimiques.

» Il est certain qu'il est difficile d'obtenir des voltamètres où les résistances des dérivations, dans les conditions dont nous avons parlé, soient rigoureusement égales; mais il en est de même dans le dispositif de Faraday, et comme les conducteurs qui doivent avoir la même résistance sont plus nombreux ainsi que les contacts d'attache de ces conducteurs, les quantités égales de gaz sont encore plus difficiles à obtenir qu'avec mon système. »

CHIMIE. — *Recherches sur le passage des liqueurs alcooliques à travers des corps poreux*. Deuxième Note de M. **H. Gal**.

« Dans une Note récemment communiquée à l'Académie, j'ai démontré qu'un liquide alcoolique, renfermé dans des vessies, ne subit pas, par le fait même de la membrane, une élévation, mais le plus souvent un abaissement de concentration. Ce fait, en contradiction avec toutes les conclusions posées par M. Sœmmering à la fin de différents Mémoires qu'il a publiés dans les *Annales de l'Académie des Sciences* de Munich, m'a conduit à penser que la différence des résultats devait tenir à une différence dans les conditions extérieures d'expérimentation; ne pouvant mettre en doute les faits rapportés dans les Mémoires en question, il me fallait précisément tenir compte de ce que Sœmmering avait négligé l'état hygrométrique de l'air ambiant, la température, la pression.

» Dans ma première Note, j'ai fait connaître quelques expériences dans lesquelles j'avais fait varier l'état hygrométrique du milieu où j'opérais, et qui m'avaient donné des résultats tantôt conformes, tantôt contraires à ceux qu'avait obtenus Sœmmering, suivant que je maintenais l'alcool dans une atmosphère dépouillée ou chargée d'humidité.

» 1° *Influence de la température*. — Dans les expériences suivantes, j'ai fait varier la température. A cet effet, quatre vessies, remplies d'un liquide alcoolique à des titres différents, ont été exposées dans une enceinte où la température était maintenue constamment à 10° au-dessous de zéro [1]. Le titre s'est affaibli rapidement dans les quatre vessies. Ainsi, le liquide marquant 95° à l'alcoomètre Gay-Lussac est tombé à 30° dans l'espace de deux mois; le liquide marquant 88° est tombé à 12°; le liquide marquant 64°, à 10°; enfin, la vessie contenant primitivement de l'alcool à 75° ne contenait plus à la fin de l'expérience que des fragments de glace qui, fondus, ont donné un liquide pesant exactement 0°.

» Une autre vessie, contenant de l'alcool à 48°, est placée dans une enceinte chauffée à 30° au-dessus de zéro. Il s'est également produit, dans ce cas, un affaiblissement du titre alcoolique, mais beaucoup plus rapide que dans l'enceinte froide; il en a été de même de l'évaporation de la liqueur.

[1] Ces expériences, à basse température constante, ont été faites à la Morgue, où, grâce à l'obligeance de M. Besançon, chef de division à la Préfecture, et de M. le professeur Brouardel, il m'a été permis d'installer mes appareils.

» On voit donc que la température seule, en variant de — 10° à + 50°, n'a agi que sur la rapidité du phénomène, sans en modifier le sens.

» *Examen du cas où la membrane est exclusivement en contact avec le liquide ou avec sa vapeur.* — Dans les deux séries d'expériences qui précèdent, le phénomène qui se produit est complexe; à travers la membrane passent en effet, à la fois, le liquide et sa vapeur. J'ai cherché à me placer dans des conditions convenables pour étudier séparément le passage de l'un et de l'autre, afin d'examiner si les deux phénomènes marchent dans le même sens ou en sens contraire. Pour cela, j'ai placé, dans des cristallisoirs munis d'une tubulure latérale, des liqueurs alcooliques de différents degrés. Parmi ces cristallisoirs, tous recouverts d'une membrane tendue, les uns ont été maintenus dans leur position normale, les autres ont été renversés de façon que le liquide fût en contact avec la membrane.

» Dans tous les cas, le titre du liquide s'est abaissé, et cela d'autant plus rapidement que l'atmosphère extérieure était plus humide. L'augmentation du degré alcoolique ne s'est produite que lorsque les appareils étaient placés dans un milieu où la vapeur d'eau était absorbée par la chaux vive.

» 3° *Influence de la nature de la membrane.* — J'ai répété les expériences précédentes en remplaçant le diaphragme de vessie par un diaphragme plus mince, comme la baudruche, ou plus épais, comme le parchemin. Comme on devait s'y attendre, le phénomène a toujours été le même; il n'a été modifié que dans sa rapidité, la baudruche donnant des résultats beaucoup plus rapides que la vessie, et le parchemin des résultats beaucoup plus lents.

» *En résumé*, un liquide alcoolique en contact avec une membrane, au lieu de se concentrer, comme l'a écrit Sœmmering et comme on l'enseigne partout, tend à diminuer de degré; il en est de même de sa vapeur. Ce dernier phénomène, qui peut paraître paradoxal, étant donnée la différence de densité des vapeurs d'alcool et d'eau, s'explique suffisamment : 1° si l'on considère la différence considérable qui existe entre les tensions des vapeurs aqueuses et des vapeurs alcooliques à toutes températures; 2° si l'on fait attention que, dans l'air, l'alcool rencontre un espace ne contenant pas trace de sa vapeur, tandis que l'eau trouve une atmosphère déjà plus ou moins saturée.

» En terminant ce travail, je dois signaler, sur le même sujet, un intéressant Mémoire qui m'a été communiqué par M. L. Bidaud, professeur à l'Ecole vétérinaire de Toulouse. Dans ce Mémoire, que l'Académie de

Toulouse a honoré d'une médaille d'argent, mais qui n'a pas été publié, M. Bidaud a observé que de l'alcool contenu dans des vessies et exposé à l'air s'affaiblit toujours. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les vapeurs de la carbamide.* Note de M. Isambert, présentée par M. Debray.

« J'ai étudié la compressibilité de la vapeur émise par le carbonate anhydre d'ammoniaque ou carbamide, comme j'avais examiné celle que donne le bisulfhydrate d'ammoniaque (¹). La manière d'opérer étant exactement la même, je n'ai pas à la décrire de nouveau; seulement la carbamide étant moins volatile que le sulfhydrate, j'ai dû employer des températures plus élevées. En outre, j'ai déterminé dans les conditions de mes expériences, c'est-à-dire à une température voisine de 60° et à une pression de 200 à 300^{mm}, l'effet de l'augmentation de pression sur le changement de volume de l'acide carbonique; pour ce gaz, le rapport $\frac{P_0 V_0}{P_1 V_1}$ est alors assez voisin de l'unité pour que les différences rentrent dans l'ordre des erreurs d'observation. Pour le gaz ammoniac à 60° environ, la pression ayant varié de 600 à 900^{mm}, j'ai trouvé pour ce même rapport des nombres qui varient entre 1,005 et 1,003.

» Il en est de même pour la carbamide; ainsi, à 61°, la pression variant de 540 à 800^{mm}, j'ai trouvé $\frac{P_0 V_0}{P_1 V_1} = 1,004$; à 62°, la pression étant montée de 290 à 350^{mm}, le rapport obtenu a été de 1,003. Dans quelques déterminations, j'ai même trouvé un rapport presque égal à l'unité. L'ensemble des mesures dans lesquelles l'erreur relative est inférieure à 0,001 montre que les vapeurs de la carbamide se comportent comme un mélange des gaz ammoniac et acide carbonique.

» Ce résultat est d'accord avec les mesures thermiques; en effet, j'ai trouvé que la formation du composé $AzH^3 + CO^2$ correspond à un dégagement de 19^{cc},9; d'un autre côté, en volatilisant le carbonate anhydre d'ammoniaque et condensant les vapeurs dans un serpentin plongé dans le calorimètre, j'ai retrouvé très sensiblement le même nombre.

» Ces résultats sont aussi d'accord avec les déterminations de M. Nau-

(¹) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 26 décembre 1882.

mann [1] qui montrent la constance et la densité de vapeur de ce corps.

» La volatilisation de ce corps est alors un phénomène de dissociation, et la tension limite à une température donnée est la somme des pressions de gaz ammoniac et acide sulfhydrique, dans le rapport de 2 à 1, qui limitent la dissociation à cette température. Comme pour le sulfhydrate, cette tension limite change lorsqu'on introduit un excès d'un des gaz composants.

» En même temps, il me semble naturel, comme conséquence de ces expériences, de regarder la carbamide solide comme constituée par une simple addition d'acide carbonique et de gaz ammoniac, ce gaz s'ajoutant à l'acide carbonique comme il s'ajoute à un grand nombre de composés, à certains chlorures et même au chlorhydrate d'ammoniaque, comme l'a montré M. Troost. »

CHIMIE. — *Sur le sulfite de manganèse*. Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Cahours.

« Le sulfite de manganèse cristallisé ne présente pas le même état d'hydratation lorsqu'il est produit à la température ordinaire ou à 100° : dans le premier cas, il contient $3^{éq}$ d'eau et ses cristaux appartiennent au système du prisme rhomboïdal oblique; à 100°, il ne retient plus que $1^{éq}$ d'eau et cristallise dans le système du prisme rhomboïdal droit : ces déterminations de forme, faites à l'aide de la lumière polarisée, sont dues à l'obligeance de M. Emile Bertrand.

» Il est bien probable que la formule [2] $MnOSO^2 + 2HO$ adoptée jusqu'à présent n'exprime que la composition d'un mélange fortuit à équivalents égaux des deux sulfites précédents.

» *Préparation*. — Le sulfite $MnOSO^2 + 3HO$ peut être facilement obtenu sous forme de cristaux très nets, soit en exposant sous une cloche contenant de la soude caustique une solution aqueuse concentrée d'acide sulfureux saturée de sulfite de manganèse, soit en abandonnant au repos un mélange formé d'un grand excès de solution étendue de chlorure manganeux et de sulfite alcalin. Ce dernier sel ne doit être ajouté que peu à peu et sans atteindre le moment où le précipité ne se dissout plus.

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXXXIV, et Lemoine, *Étude sur les équilibres chimiques*, p. 61.

(2) Cette formule ne figure d'ailleurs pas dans le Mémoire de Berthier (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. VII, p. 78), indiqué comme la source à laquelle ont puisé les Traités de Chimie.

» Le sulfite $MnO, SO^2 + HO$ se produit, sans mélange du premier, toutes les fois que la précipitation du sulfite de manganèse est faite à 100° ou au delà.

» *Propriétés.* — Ce sel est remarquable par son instabilité; laissé au sein de son eau-mère, il se transforme à froid en $MnO, SO^2 + 3HO$, lentement lorsque celle-ci est concentrée, rapidement quand elle est étendue, et en quelques minutes au sein de l'eau pure. La présence de l'acide sulfureux active encore cette transformation.

» Cette instabilité exige, lorsque l'on veut analyser ce sel, de l'étaler, encore humecté de l'eau bouillante employée à son lavage, sur de la porlaine dégourdie qui le sèche rapidement.

» En cet état, il présente une couleur rosée et ne perd son eau de combinaison qu'au-dessus de 150°.

» Le sulfite de manganèse obtenu à froid, $MnO, SO^2 + 3HO$, présente une couleur rose plus pâle que le sel précédent, possède, comme lui, une réaction légèrement alcaline, mais il commence à se déshydrater à une température beaucoup plus basse.

» Ce sulfite est peu soluble dans l'eau; à froid elle en dissout $\frac{1}{10000}$ de son poids environ et près de $\frac{2}{10000}$ à chaud; il est un peu plus soluble dans les solutions concentrées de sels manganeux, surtout lorsqu'elles sont portées à l'ébullition; un litre d'eau saturée d'acide carbonique peut tenir en dissolution près de 1^{gr} de sulfite; enfin l'eau chargée d'acide sulfureux le dissout facilement; saturée, elle en peut renfermer 15 à 17 pour 100 de son poids.

» Le sulfite de manganèse, nettement cristallisé, s'oxyde lentement à l'air sec, plus vite à l'air ordinaire et rapidement dans l'air très humide ou au sein de l'eau aérée. L'oxydation du sel pulvérisé est plus prompte, cela doit être; mais la quantité de sulfate produite, 80 fois plus grande, ne me paraît pas devoir être attribuée seulement à l'augmentation des surfaces.

» Lorsque cette altération du sulfite n'est pas accompagnée d'une production de suroxyde, il ne se forme que du sulfate, autrement on constate la présence de quantités d'acide sulfurique libre et d'hyposulfate qui correspondent à celle du suroxyde produit.

» Cette oxydation facile du sulfite à l'air, en présence de l'eau, explique la présence des 2 à 3 centièmes de sulfate que l'on trouve même dans les sels séchés très rapidement.

» Le sulfite de manganèse, mis en contact avec un excès de chlore, de brome ou d'iode dissous, se transforme de suite en sulfate.

» Le sulfite déposé à froid n'éprouve au sein de l'eau bouillante aucune altération de forme ou de composition.

» Le même sel soumis à l'influence de la chaleur commence à perdre son eau de cristallisation vers 70°; au delà, il s'oxyde assez rapidement : grillé d'abord, puis calciné au rouge blanc, il ne laisse plus que de l'oxyde rouge, $2MnO, MnO^2$.

» Les sulfites de manganèse chauffés, à l'abri du contact de l'air, jusqu'au rouge sombre, dégagent beaucoup d'acide sulfureux et laissent un résidu formé de sulfate, de sulfure et de protoxyde de manganèse. Une partie au moins de ce dernier corps est combinée au sulfate.

» Cette décomposition est représentée par l'équation suivante, que justifient les quantités d'acide sulfureux dégagé et d'acide sulfurique trouvé dans la partie fixe :

$$8MnO, SO^2 = 3MnO, SO^3 + MnS + 4MnO + 4SO^2.$$

» Amené lentement au rouge dans un courant rapide d'hydrogène, le sulfite manganeux laisse un mélange contenant 87 parties de protoxyde et 13 de sulfure de manganèse.

» *Analyse.* — Le protoxyde de manganèse a été dosé sous forme d'oxyde rouge après grillage et calcination des sulfites.

» La détermination de l'oxygène absorbé pendant la dessiccation était nécessaire pour que l'évaluation de l'eau par différence fût exacte.

» On est arrivé à ce résultat en dosant la totalité du soufre après oxydation des sels par le brome, et l'acide sulfureux au moyen des liqueurs iodées titrées; la moitié de la différence entre les deux poids de soufre résultant des nombres trouvés représentait l'oxygène absorbé, et c'est ce dernier chiffre que l'on a ajouté aux poids du protoxyde de manganèse et de l'acide sulfureux correspondant avant de calculer l'eau par différence.

» En opérant ainsi, on a constaté bien des fois que les nombres fournis par l'analyse concordaient toujours, à 3 où 6 millièmes près, avec ceux qu'exigent les formules adoptées.

» Le sulfite de manganèse se combine aisément avec les sulfites alcalins; les sels doublés, bien cristallisés, qui prennent ainsi naissance feront l'objet d'une prochaine publication. »

CHIMIE. — *Sur de nouvelles combinaisons ammoniocobaltiques.* Note de M. MAQUENNE, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on dirige un courant d'air normal à travers une dissolution ammoniacale de sulfate de cobalt, il se forme bientôt un précipité brun qui n'est autre que le sulfate oxycobaltique pentammonié de M. Fremy.

» Si l'on remplace l'air normal par de l'oxygène ozonisé, la liqueur devient d'abord brune, puis verte, et il se dépose sur les parois du tube un sel vert foncé, en cristaux microscopiques, présentant la forme de paillettes prismatiques, lorqu'on est parti du sulfate de cobalt, et celle d'aiguilles très fines, enchevêtrées de façon à produire un véritable feutre lorsqu'on s'est servi du chlorure.

» Ces composés peuvent être obtenus plus avantageusement de la manière suivante : on envoie, à l'aide d'une trompe, un courant d'air assez vif dans un mélange de 100^{cc} d'ammoniaque avec 10^{cc} d'une dissolution saturée de sulfate cobalteux; au bout d'un quart d'heure à peine, il commence à se produire un précipité de sulfate d'oxycobaltiaque; après deux heures environ, l'opération est terminée; on recueille alors les cristaux et on les sèche rapidement par pression entre des papiers buvards; on les projette ensuite, par petites portions, dans 25^{cc} d'un mélange, préparé à l'avance et refroidi, d'acide sulfurique, d'eau et d'alcool, à volumes égaux; la matière brune devient rose; on ajoute alors un excès d'eau chlorée; le produit rose devient vert, et il suffit de porter le liquide à l'ébullition pour voir le précipité se redissoudre et cristalliser par refroidissement en prismes qui peuvent atteindre plus de 5^{mm} de longueur ; une seconde cristallisation dans l'acide sulfurique à 5 pour 100 permet de l'obtenir en cristaux encore plus volumineux. Le rendement est d'environ 15 pour 100 du sulfate de cobalt employé. Ce sel est un sulfate, il cristallise en prismes quadratiques, d'un vert presque noir, à poussière vert de chlorite; très peu soluble dans l'eau, qui le décompose du reste aisément, avec effervescence d'oxygène, il se dissout assez bien dans l'eau acidulée, sans décomposition sensible, même à 100°, lorsqu'on opère rapidement; par une ébullition prolongée, les acides le transforment en un sel roséocobaltique. Les alcalis fixes le décomposent tout de suite, en dégageant de l'oxygène et précipitant du peroxyde noir de cobalt

» Si l'on dissout ce sel dans l'acide chlorhydrique faible, à l'ébullition, puis qu'on ajoute un excès d'acide chlorhydrique concentré, il se forme

un nouveau corps, cristallisé en paillettes miroitantes, possédant un éclat gras et un peu nacré. Ce sel, qui est vert comme le précédent, constitue un chlorure de la même base oxycobaltique.

» Si, dans la préparation précédente, on remplace l'acide chlorhydrique concentré par l'alcool, il se précipite un magma cristallin, vert pâle, qui, examiné au microscope, présente l'aspect d'un feutre formé par des aiguilles très fines, généralement courbes et entrelacées; c'est encore un chlorure, identique sans doute avec celui qu'on obtient lorsqu'on traite par l'ozone une dissolution ammoniacale de chlorure cobalteux. Ce sel est infiniment plus altérable que les deux autres; l'eau le décompose rapidement, même à froid, et, si on l'abandonne à lui-même, après dessiccation complète, on le voit se transformer, au bout d'un jour ou deux, en une matière rouge qui paraît être formée surtout de chlorure roséocobaltique.

» Le chlorure en paillettes est plus stable : on peut le dissoudre dans l'eau pure, ou mieux dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique.

» L'analyse de ces sels a conduit aux résultats suivants :

Sulfate cristallisé.

	Trouvé.			Théorie.
Cobalt	18,8	18,9	19,0	18,7
Ammoniaque	26,7	26,3	26,0	27,2
Acide sulfurique	38,0	38,4	37,6	38,2
Oxygène actif	»	4,8	5,0	5,1
Oxygène de CoO	»	5,1	5,1	5,1
Eau	»	6,5	7,3	5,7

Chlorure en paillettes.

	Trouvé.		Théorie.
Cobalt	21,6	21,2	21,4
Ammoniaque	30,7	»	30,7
Chlore	33,9	33,5	32,1
Oxygène actif	5,3	»	5,8
Eau	8,5	»	9,7

» Ces nombres conduisent aux formules probables (notation atomique) $Co^2O^2(SO^4)^2(AzH^3)^{10}SO^4H^2 + H^2O$ et $Co^2O^2Cl^4(AzH^3)^{10}HCl + 3H^2O$.

» Ces composés peuvent donc être considérés comme des sels acides de l'oxycobaltiaque de M. Fremy.

» L'azotate est en aiguilles microscopiques, de couleur verte, assez instable; il n'a pas été analysé.

» Le phosphate de soude ammoniacal donne, dans la dissolution de ces corps, un précipité vert, cristallin, qui se développe surtout par l'agitation, et qui s'attache aux points frottés comme le phosphate ammoniaco-magnésien. »

CHIMIE. — *Sur la forme cristalline, la chaleur spécifique et l'atomicité du thorium* Note de M. **L.-F. Nilson**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note précédente, j'ai démontré les propriétés principales du thorium métallique, préparé dans un vase de fer doux par le sodium et le chlorure double de potassium et de thorium. Le microscope fait voir que les petites lamelles minces, ayant l'éclat de l'argent, qui sont mêlées à la poudre grisâtre dont se compose le métal, consistent en une infinité de petites tables d'un aspect tout à fait hexagonal. Cependant, en soumettant ces cristaux, si petits que leur diamètre n'excède pas $0^{mm},15$, à une étude fort délicate, M. Brögger a réussi à constater qu'ils forment en effet une *combinaison régulière* entre l'octaèdre et le tétraèdre, fait d'autant plus intéressant que le silicium cristallise sous la même forme et qu'il existerait ainsi entre ces deux éléments une analogie remarquable.

» La densité du métal qui se trouvait, après la réduction, dans les parties supérieures de la cavité du creuset, et qui, à l'oxydation, absorba 11,1 pour 100 d'oxygène, était égale à 10,7824, tandis que celle du métal renfermé dans le chlorure de sodium fondu dans des parties inférieures du creuset égalait 11,00. J'ai supposé dès lors : 1° que la faible densité du premier était due à la thorine qui y était mêlée, la densité de celle-ci étant égale à 10,22 : dans cette hypothèse, j'ai évalué la densité du thorium pur à 10,9178; 2° que le métal de densité 11,00 était peut-être a peu près pur. Cependant, l'analyse de ce dernier ayant donné 79,35 Th, 19,85 ThO^2 et 0,84 Fe, ou 96,76 Th, 2,40 O et 0,84 Fe, et les deux préparations offrant ainsi presque la même composition, il est clair que la différence des densités dépend seulement de ce que le métal scintillant, de densité 11,00, était plus distinctement cristallisé que le métal de densité 10,7824, qui était au contraire tout à fait terne.

» La densité du thorium métallique pur est donc 11,230 pour le métal distinctement cristallisé et 10,968 pour le métal terne; la moyenne est égale à 11,099 (la densité Fe = 7,7, $ThO^2 = 10,22$).

» Il suit de là : 1° que le volume atomique du thorium est égal à 20,94, valeur qui s'approche de celle de Zr, Ce, La, Di, comme je l'ai fait remarquer précédemment; 2° que la chaleur atomique de l'oxygène dans la thorine ([1]) est égale à 4,08, tandis que la même valeur pour les bioxydes

([1]) La chaleur spécifique de la thorine étant 0,0551, au lieu de 0,0548 indiqué par erreur.

suivants est presque identique :

	ThO^2.	ZrO^2.	ZrO^2, SiO^2.	CeO^2.	TiO^2.	SnO^2.	MnO^2.
Chaleur atomique de l'oxygène.	4,08	3,57	3,70	4,30	3,79	3,69	3,57

» J'ai déterminé la chaleur spécifique du thorium avec le calorimètre à glace, en employant 3gr,1752 du métal de densité 11,000, renfermé dans une petite capsule de verre pesant 0gr,7151. Chauffée pendant une heure par de la vapeur d'eau à la température T, observée par un thermomètre de Geissler et parfaitement en accord avec la pression atmosphérique B, la capsule fut jetée dans le calorimètre et produisit, refroidie à 0°, les changements suivants dans la position du fil de mercure sur son échelle en millimètres M :

Expériences.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
M............	431,00	433,65	433,90	435,27	436,21	435,79
T............	99,75	100,10	100,15	100,50	100,50	100,45
B............	752,9	762,8	763,7	773,7	773,8	772,6

» La chaleur spécifique du verre employé étant évaluée à 0,1989 et celle de la thorine pure à 0,0548, tandis que la préparation du métal examiné était composée de 0gr,0266 Fe, 0gr,6303 ThO^2 et 2gr,5183 Th, on calcule que cette quantité de thorium pur, refroidie de 100° à 0°, a dégagé les calories suivantes, dont on déduit les valeurs de la chaleur spécifique :

Expériences.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Moyennes.
Calories.........	6,874	6,940	6,942	6,933	6,987	6,976	6,942
Chaleur spécifique..	0,02730	0,02756	0,02757	0,02754	0,02774	0,02770	0,02757

» *Conclusion.* — Si l'on applique la loi de Dulong et Petit à la chaleur spécifique trouvée, on en conclut évidemment que le thorium est quadrivalent, car la valeur moyenne de la chaleur atomique du Th = 232,4, calculée conformément à la loi, est 6,38 ou, dans chacune des expériences :

Expériences.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Moyenne
Chaleur atomique .	6,34	6,40	6,40	6,40	6,45	6,44	6,41

» Ainsi, il est prouvé que le thorium, avec son seul oxyde ThO^2, prend sa vraie place entre les éléments quadrivalents. On me permettra, en terminant cette Note, de résumer les raisons qui, s'appuyant sur les analogies actuelles entre le thorium et d'autres éléments d'une tétratomicité déjà connue, ont amené cette conclusion et la confirment :

» 1. Chaleur atomique du thorium égale à 6,4 (Nilson, 1883).

» 2. Volume atomique du thorium, 20,94; analogie avec Zr, Ce, La, Di (Nilson, 1882).

» 3. Forme cristalline du thorium; isomorphisme avec Si (Brögger, 1882).

» 4. Forme cristalline de la thorine; isomorphisme avec ZrO^2, TiO^2, SnO^2 (Nordenskiöld, 1860).

» 5. Forme cristalline du thorite; isomorphisme avec le zircone (Rammelsberg, 1860; Nordenskiöld, 1876).

» 6. Volume moléculaire de la thorine; analogie avec CeO^2, UO^2 (Nilson et Pettersson, 1880).

» 7. Chaleur moléculaire de la thorine; analogie avec ZrO^2, $ZrSiO^4$, CeO^2, TiO^2, SnO^2, MnO^2 (Nilson et Pettersson, 1880).

» 8. Chaleur atomique de l'oxygène dans ThO^2; analogie avec les mêmes combinaisons (Nilson, 1883).

» 9. Composition des fluosels doubles de thorium; analogie avec Zr (Delafontaine, 1863).

» 10. Composition du chloroplatinate de thorium; analogie avec Zr et Sn (Nilson, 1876).

» 11. Le thorium se combine avec le platine et donne un alliage fusible; analogie avec Si (Nilson, 1883). »

CHIMIE. — *Sur les déplacements mutuels des bases dans les sels neutres, les systèmes restant homogènes.* Deuxième Note, par M. N. **Menschutkine**, présentée par M. Wurtz.

« Dans la première Note, nous avons vu que l'aniline est déplacée de ses sels par toutes les autres bases, dont la chaleur de combinaison est plus grande que celle de l'aniline. La triéthylamine, quoique donnant une chaleur de combinaison avec l'acide chlorhydrique à peine plus grande que l'aniline, la déplace complètement. Dans cette Note je traiterai les déplacements de la triéthylamine par les autres bases.

» Les observations suivantes m'ont conduit à trouver une méthode de dosage de la triéthylamine dans ses sels, fondée sur le déplacement total de la triéthylamine par les alcalis.

» En ajoutant à l'eau quelques gouttes de la phénolphtaléine et d'une solution de la triéthylamine dans l'eau, on voit se développer une belle teinte violet pourpre. En solution aqueuse, la triéthylamine montre une forte réaction alcaline. Ajoute-t-on à une solution colorée de la manière indiquée de l'alcool (95° Tr.), on voit la coloration devenir plus pâle; ayant

ajouté 2 volumes d'alcool, la solution devient complètement blanche et transparente comme de l'eau. D'autre part, l'alcool, contenant quelques gouttes d'une solution de la phénolphtaléine, ne se colore plus par une solution de la triéthylamine. L'alcalinité de la triéthylamine a disparu. L'alcool détruit la combinaison de la triéthylamine avec la phénolphtaléine, même en présence d'un grand excès de la triéthylamine. Les solutions alcooliques décolorées, contenant de la triéthylamine et de la phénolphtaléine, se colorent par la première goutte d'une solution d'alcalis et de la baryte, quoique la coloration résultante ne soit pas si vive, plus violette, que dans une solution aqueuse, dans laquelle se montre une teinte pourprée.

» Étant possible de déceler une trace d'alcali en présence de la triéthylamine, j'ai procédé à l'étude de l'action des alcalis sur une solution alcoolique des sels de triéthylamine en présence de la phénolphtaléine. Les alcalis au commencement ne colorent pas la solution : donc il y a déplacement de la triéthylamine; la coloration ne vient qu'en dernier lieu. Suivant les conditions dans lesquelles on expérimente, le déplacement de la triéthylamine peut être partiel ou total. Je n'ai pas terminé l'étude des déplacements partiels, ayant en vue de déterminer les coefficients de partage des bases envers les acides ; par conséquent, c'est seulement le déplacement total de la triéthylamine que je décrirai dans la présente Note.

» J'ai expérimenté avec deux sels de la triéthylamine : le chlorhydrate et l'acétate. Ces sels furent préparés avec de la triéthylamine bien pure, bouillant d'une manière constante à 88° et des acides. Le premier sel était bien cristallisé ; pour le second, on partait des poids connus de l'acide acétique très pur (point de fusion, 16°,7), qu'on neutralisait avec de la triéthylamine en solution alcoolique.

» Le déplacement total de la triéthylamine de ces sels peut être effectué, soit avec une solution aqueuse de la potasse, dont le titre est à peu près égal à $\frac{1}{10}$ du poids moléculaire, en grammes par litre, soit par une solution titrée alcoolique de la soude. La dernière était préparée en dissolvant la soude dans l'alcool à 95° Tralles, 4^{gr} de la soude NaHO par litre. On détermine le titre de cette solution en dosant la soude par l'acide chlorhydrique titré. Il ne se forme pas de précipité de chlorure de sodium, et le moment de la fin de la réaction s'observe nettement en présence de la phénolphtaléine.

» Le dosage des sels de la triéthylamine par la solution alcoolique de la soude se fait dans une solution alcoolique, sans autres précautions. Opère-

t-on le dosage avec la solution aqueuse de la potasse, il faut ajouter autant d'alcool, qu'à la fin du dosage il se trouve 4 volumes d'alcool pour 1 volume de la potasse. Les systèmes restent parfaitement homogènes durant ces dosages. Le Tableau suivant résume mes expériences; la quantité de l'acide contenu dans le sel de la triéthylamine est égale à 100.

Déplacement de la triéthylamine par les bases.

Bases.	$(C^2H^5)^3N, HCl$.	$(C^2H^5)^3N, C^2H^4O^2$.
KHO..................	100,4	100,1
NaHO................	100,0	100,0

Ces chiffres montrent que le déplacement de la triéthylamine de ses sels, dans une solution alcoolique, est total pour une quantité équivalente de la base. L'action de la soude en solution alcoolique constitue un mode de dosage très correct des sels de la triéthylamine.

» En discutant ces faits, on peut voir que la masse chimique de la triéthylamine n'a aucune influence sur son déplacement; car, si cela était, le déplacement ne pourrait être total; vers la fin du dosage, il se trouve dans la liqueur alcoolique une grande quantité de la triéthylamine libre, mais le déplacement de la dernière est tout de même total. Ces faits sont donc contraires à la théorie de Berthollet; mais, comme je l'ai déjà dit, la masse chimique de la triéthylamine peut faire valoir son influence dans les systèmes homogènes : c'est la présence de l'eau qui détermine ce dernier effet. Comme on le voit, dans les systèmes parfaitement homogènes, à la température ambiante, par conséquent dans les conditions physiques analogues, mais suivant des conditions chimiques fort peu différentes, la théorie de Berthollet peut être ou n'être pas applicable. Je me propose de discuter la théorie de ces déplacements, quand j'aurai fini l'étude des déplacements partiels de la triéthylamine par les bases solubles.

» Dans la Note suivante je traiterai le déplacement total de l'ammoniaque par les alcalis. »

ZOOLOGIE. — *Importance des caractères zoologiques fournis par la lèvre supérieure chez les Syrphides (Diptères).* Note de M. **J. Gazagnaire**, présentée par M. Blanchard.

« J.-W. Meigen (1822), dans une Note concernant le genre *Eristalis*, dit que l'extrémité de la lèvre supérieure de ce genre est échancrée et munie

de quatre soies. Il ajoute que cette disposition est la même chez tous les Syrphides, à peu d'exceptions près.

» Depuis J. Macquart, dans les caractères généraux des Syrphides (1829-1835), G. Gerstfeldt (1853), A. Menzbier (1880), Fr. Meinert (1881), G. Dimmock (1881), E. Becher (1882) ont simplement transmis le caractère énoncé par Meigen, l'ayant vérifié dans les différents individus qu'ils ont pris pour sujet d'étude.

» Les figures données par ces auteurs ne sont point exactes : il faut en excepter pourtant certaines figures de Fr. Meinert ([1]). Dans son livre classique, J.-R. Schiner (1864) ne mentionne pas ce caractère.

» Pourtant, dans la forme de l'extrémité libre de la lèvre supérieure des Syrphides, il y a un caractère d'une valeur absolue. Mais dire seulement, comme les auteurs précédents, que cette extrémité est échancrée, qu'elle est divisée en quatre ou plusieurs soies, c'est donner une description inexacte, qui s'applique à d'autres familles de Diptères et qui enlève à la lèvre supérieure son importance dans la classification.

» J'ai étudié cet organe dans la plupart des genres européens. Sur les cinquante genres admis par J.-R. Schiner, j'ai pu m'en procurer trente-deux comprenant un grand nombre d'espèces des deux sexes ([2]). Partout j'ai trouvé la même disposition : je la donne donc comme caractéristique de la famille des Syrphides.

» L'extrémité libre de la lèvre supérieure des Syrphides, en forme de gouttière, à convexité dorsale, à concavité ventrale, se présente toujours divisée par deux profondes échancrures en trois paires de lanières : une paire dorsale, une paire moyenne, une paire ventrale ([3]).

» Les deux lanières dorsales se fusionnent postérieurement. En avant elles sont divisées en fines spinules qui leur donnent l'aspect de deux pinceaux. Ces pinceaux sont d'autant plus fournis que le Syrphide est plus friand de pollen. Il s'en sert pour brosser les étamines des fleurs. C'est là

([1]) *Scæva Ribesii* (*fig.* 6). *Rhingia rostrata* (*fig.* 14-15, *Pl. VI*).

([2]) Ce sont les genres : *Baccha*, *Ascia*, *Doros*, *Xanthogramma*, *Melithreptus*, *Syrphus*, *Melanostoma*, *Platycheirus*, *Cheilosia*, *Leucozona*, *Brachiopa*, *Rhingia*, *Volucella*, *Arctophila*, *Eristalis*, *Helophilus*, *Mallota*, *Merodon*, *Tropidia*, *Spilomyia*, *Xylota*, *Syritta*, *Criorhina*, *Eumerus*, *Chrysochlamys*, *Chrysogaster*, *Pipiza*, *Pipizella*, *Paragus*, *Chrysotoxum*, *Callicera*, *Ceria*.

([3]) Dans la description, le Diptère est supposé la tête en haut regardant l'observateur.

une adaptation au mode de nourriture, car nous trouvons ces organes bien développés dans les genres qui fréquentent les fleurs (¹).

» Les deux lanières moyennes étroites sont les moins développées des trois paires : ce sont deux stylets très grêles. Leurs bords dorsal et ventral présentent de très fines spinules. Rarement ces stylets sont branchus. Dans ce dernier cas, il existe une ou deux branches secondaires (²). Plus rarement encore ces fines lanières se fusionnent avec les lanières dorsales; mais la fusion n'est pas telle qu'on ne puisse constater la division au moins à leur extrémité. Cette disposition se rencontre dans le genre *Eumerus* et peut servir à le reconnaître.

» Les deux lanières ventrales sont les plus développées. Elles affectent la forme de lame, à bord dorsal concave, à bord ventral convexe. Son extrémité antérieure, plus ou moins recourbée, est tantôt aiguë, tantôt mousse. Cette forme, qui est celle de l'extrémité d'un sabre, peut être considérée comme type (³).

» L'extrémité peut être remplacée par un bord antérieur légèrement convexe (⁴), quelquefois presque perpendiculaire aux deux bords dorsal et ventral (⁵), plus rarement par un bord concave. Je n'ai rencontré cette dernière disposition dans aucun autre genre que le genre *Volucella*. Je signale donc cette forme comme caractéristique de ce genre. Enfin ces lanières ventrales peuvent prendre la forme de spatule (⁶).

» Sur la face interne, axiale de ces lanières ventrales se trouve un bouquet de boutons chitineux, organes de gustation que j'ai décrit avec mon ami Künckel d'Herculais, dans une Communication précédente (⁷).

» Les trois paires de lanières ont à peu près la même longueur : la paire moyenne est la moins longue. Plus délicate, plus fragile, elle est protégée par les paires dorsale et ventrale qui la débordent antérieurement. Ces lanières moyennes ne semblent exister que pour fermer la trop grande échancrure qui séparerait les lanières dorsales des lanières ventrales, ce qui nuirait certainement à la préhension des aliments.

(¹) *Volucella*, *Eristalis*, *Chrysotoxum*, *Criorhina*, etc.
(²) *Criorhina asilica*.
(³) *Eristalis*.
(⁴) *Ascia*, *Baccha*.
(⁵) *Chrysotoxum*, *Chrysochlamys*.
(⁶) *Ceria*.
(⁷) *Comptes rendus*, février 1881.

» Parmi ces lanières, les unes ne sont pas formées seulement, comme le dit E. Becher, par la valve dorsale (*labrum* de certains auteurs), les autres par la valve ventrale (*épipharynx* des mêmes auteurs), mais bien par l'union des deux valves.

» Au niveau du tiers antérieur de la lèvre supérieure, sur sa valve ventrale, fortement chitinisée comme sa valve dorsale, se montre une région transparente. C'est une portion de cette valve ventrale, en forme de fer à cheval, à concavité inférieure, moins chitinisée, par suite moins rigide. Elle joue le rôle d'une articulation. L'extrémité de la lèvre supérieure compense ainsi par sa souplesse la fragilité de sa structure. Elle peut fouiller les corolles des fleurs sans trop craindre de se briser.

» J'ai rencontré cette articulation, chez tous les Syrphides que j'ai étudiés. Il y a donc là encore un caractère constant qui, ajouté au premier, suffit pour caractériser la famille des Syrphides.

» *L'observation seule de la lèvre supérieure entraîne une diagnose certaine.*

» En résumé, *j'ai décrit l'extrémité de la lèvre supérieure des Syrphides; j'ai donné sa forme comme ayant une valeur absolue pour la famille, les modifications de cette forme comme ayant une valeur générique chez les* Ceria, Eumerus *et les* Volucella.

» Je ferai remarquer que je n'ai pas étudié cet organe dans les formes exotiques; mais il m'est permis de dire, d'après le nombre de mes observations, que cette étude viendrait confirmer mon opinion. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les effets de la respiration d'un air chargé de vapeurs de pétrole.* Note de M. **Poincaré**. (Extrait.)

« J'ai fait vivre des animaux de diverses espèces (chiens, lapins, cobayes) dans des atmosphères analogues à celles que respirent les personnes appelées à manier fréquemment le pétrole.

» J'ai observé, chez ces animaux, une plus grande fréquence et une plus grande amplitude des mouvements respiratoires, un ralentissement des révolutions cardiaques, avec une plus grande intensité du choc du cœur; démangeaisons cutanées, parfois assez vives; une tendance au sommeil et de l'inappétence. Les cobayes seuls ont succombé, après un séjour d'un à deux ans dans le milieu. Les autres ont paru devoir résister indéfiniment.

» Les lésions constatées à l'autopsie ont été : une congestion plus ou moins intense et plus ou moins générale des poumons, des méninges, de la

substance grise et des reins; des raptus sanguins miliaires dans les poumons, les méninges et même entre les faisceaux musculaires du cœur; une hyperplasie considérable des cellules épithéliales des vésicules pulmonaires.

» Quoique les ouvriers employés à la distillation du pétrole se plaignent uniquement d'éprouver de la pesanteur de tête et une vive irritation de la muqueuse des fosses nasales, il y a néanmoins lieu de tenir un certain compte de ce faible facteur parmi les causes de trouble de la santé publique, et de recommander aux personnes qui emploient le pétrole, comme moyen de chauffage ou d'éclairage, d'en restreindre les émanations, en se servant de récipients bien clos, et aux industriels d'établir des cheminées d'évacuation dans les entrepôts, et d'exécuter sous des hottes les opérations de distillation et d'épuration. »

M. E. Wiart adresse une Note sur les « Systèmes d'unités électriques. »

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 FÉVRIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution physique et mécanique du Soleil* [troisième et dernière Partie (¹)]; par M. **Faye**.

« Nous avons vu que les taches et les pores engloutissent l'hydrogène de la chromosphère et l'entraînent à de grandes profondeurs. Que devient cet hydrogène?

» Mais, d'abord, est-il possible de mesurer la profondeur des taches? Si le noyau noir des taches se trouve à une profondeur sensible au-dessous

(¹) La figure que l'Académie m'a permis de placer dans la Note précédente, page 297, contient une faute que j'ai oublié de corriger. La pénombre, indiquée par deux lignes pointillées et inclinées sur la section verticale, ne doit pas se raccorder avec la photosphère représentée par deux lignes pointillées horizontales; elle est située au-dessous de la photosphère; elle ne s'y rattache que par les extrémités grêles et assombries de ses nuages allongés en lignes divergentes. Le dessinateur a omis de placer quelques points noirs à l'intersection des deux trombes, sur la section verticale, pour indiquer que des nuages lumineux se sont glissés là et y ont formé un pont lumineux beaucoup mieux visible sur la projection horizontale.

de la photosphère, il doit en résulter, dans le mouvement de ces taches, tel que nous le mesurons en observant chaque jour les coordonnées du centre du noyau et en les calculant comme si ce point se trouvait sur la photosphère, une inégalité périodique proportionnelle à la fois à la profondeur et à la tangente trigonométrique de la distance angulaire de ce point au centre du disque solaire. J'ai fait voir que cette inégalité existe réellement. Quand on en tient compte, les mouvements des taches apparaissent avec une régularité remarquable. Le P. Secchi pensa que cette inégalité devait être attribuée, non pas à une sorte de parallaxe due à la profondeur, mais aux réfractions produites par une vaste atmosphère dont il persistait à entourer le Soleil. La formule algébrique de l'inégalité serait, en effet, la même dans les deux cas. Pour trancher la question, il institua une série d'observations très ingénieuses sur les deux orifices circulaires de taches bien conformées. Le résultat montra que la réfraction solaire est insensible, et il fut définitivement établi que la profondeur *moyenne* des taches est bien $\frac{1}{200}$ du rayon solaire, environ 870 lieues. La théorie cyclonique des taches m'a fait voir, plus tard, que ce qui limite le noyau, c'est-à-dire le bord inférieur du tronc de cône de la pénombre, n'appartient pas au tourbillon, mais seulement à sa gaine lumineuse. L'observation et le calcul ne donnent donc que la profondeur à laquelle atteint cette gaine. Celle du tourbillon doit être bien plus grande (1).

» Cette puissance de pénétration n'est pas particulière au Soleil; nous la retrouvons à un haut degré dans notre atmosphère. Un cyclone ou un tornado qui ouvre son embouchure dans la région des cirrhus, à une hauteur de 7000^m à 8000^m, descend verticalement jusqu'au sol; si, dans sa course, il rencontre une vallée profonde, il descend encore jusqu'à ce qu'il touche ce nouveau sol sur lequel il travaille avec la même force que sur un plateau élevé. Si le sol se trouvait encore plus bas que celui de la vallée, le tornado descendrait lui-même plus bas encore (2); il n'est arrêté que par cet obstacle.

» Sur le Soleil, l'obstacle n'est pas le sol : c'est bien certainement la légèreté spécifique des gaz entraînés dans des couches de plus en plus denses, jusqu'au complet épuisement du travail mécanique dont le tourbillon est capable.

---

(1) Pour la déterminer, il faudrait observer, non le centre du noyau, mais le centre du trou noir de Dawes. C'est ce qui n'a jamais été fait.

(2) A moins que sa vitesse interne de gyration ne vînt à faiblir.

» Le tube de la trombe doit finir par s'évaser et laisser échapper tangentiellement ces gaz comprimés, mais toujours plus légers que le milieu ambiant. Il faut donc qu'ils remontent tumultueusement à la surface, tout autour de la trombe.

» Dans nos cyclones et tornados, qui n'engloutissent que de l'air et non pas un gaz spécifiquement plus léger que l'air, cet air arrivé en bas possède la densité même du milieu ambiant, à peu de chose près ([1]); il n'a donc qu'une bien faible tendance ascensionnelle. L'équilibre atmosphérique se rétablit de tout autre façon que par le retour vers les hautes régions de l'air lâché en bas par la trombe. On voit qu'il en doit être autrement pour le Soleil où le gaz entraîné est de l'hydrogène. Ce gaz, surchauffé en outre dans les basses régions, remontera bien au-dessus de son point de départ, au-dessus de la chromosphère, c'est-à-dire dans le vide presque complet de la région coronale, donnant lieu ainsi à cette étonnante apparition des protubérances lumineuses que la belle découvèrte de MM. Janssen et Norman Lockyer nous permet d'étudier chaque jour autour du Soleil.

» Cet hydrogène retourne manifestement à la chromosphère. On le voit souvent retomber sur elle sous diverses formes, quelquefois en langues de feu figurant une sorte de pluie; d'autres fois d'un mouvement d'ensemble, comme par un affaissement lent. Or la chromosphère qui reçoit sans cesse les matériaux de ces protubérances ne change pas sensiblement de niveau. C'est donc bien d'une circulation verticale de l'hydrogène qu'il s'agit ici, circulation dont les organes moteurs sont les gyrations de toute grandeur de la photosphère.

» Revenons à la phase ascendante et considérons une tache normale. L'hydrogène, abandonné en bas par le tourbillon, s'élèvera tout autour de son entonnoir. En traversant la photosphère, il rencontrera l'obstacle des nuages floconneux qui la composent et les soulèvera un peu au-dessus de leur niveau habituel. Tamisé par leurs interstices, il entraînera avec lui une partie des vapeurs métalliques dont les flocons sont baignés. De là deux sortes de phénomènes. D'abord, sur la bordure d'une tache, la photosphère soulevée paraîtra plus brillante, parce qu'elle dépassera en cet endroit les couches les plus basses et les plus absorbantes de la chromosphère. Il se formera une facule ([2]). En second lieu, le spectre de la protubérance

([1]) A moins qu'il ne s'agisse d'une trombe née dans un courant supérieur privé de cirrhus ou de vésicules aqueuses à basse température. C'est le cas des ouragans de sable ou de poussière, ou des coups de fœhn.

([2]) Si l'embouchure du tourbillon a un peu d'avance sur la partie inférieure, si son axe

s'enrichira de raies brillantes répondant aux vapeurs métalliques très raréfiées que l'hydrogène aura entraînées avec lui.

» On poursuit ici, jusque dans les facules et les protubérances, la différence des moteurs qui les produisent. Autour des taches qui, sans doute, pénètrent encore plus bas que les pores, l'ascension de l'hydrogène sera plus violente qu'autour des pores. Ceux-ci néanmoins opèrent par leur nombre et produisent aussi des facules et des protubérances; mais les facules seront moins marquées, les protubérances seront plus diffuses et bien moins riches en vapeurs métalliques. De là la distinction entre les protubérances quiescentes produites par les pores, même dans les régions polaires, et les protubérances éruptives ou métalliques, qu'on ne voit jamais aux pôles. Les premières se renouvellent longtemps, grâce aux pores qui se succèdent sans interruption; les secondes disparaissent avec les taches qui les ont produites; on n'en rencontre jamais hors des limites extrêmes assignées aux taches, non plus qu'aux époques de minima.

» Telle est l'explication que j'ai donnée, il y a de longues années, de ces phénomènes en apparence si disparates, taches, facules et protubérances, soumis à la même loi de périodicité. On voit le lien qui existe entre eux et comment ils dépendent d'une cause mécanique unique, la rotation toute spéciale de la photosphère.

» Il y a pourtant ici quelques singularités qui exigent une discussion spéciale : un fait d'abord, savoir l'énorme hauteur à laquelle atteignent ces protubérances; ensuite une illusion, savoir les vitesses de 40, 80, 120 lieues par seconde, avec lesquelles elles semblent se développer.

» Voici ce que j'ai à dire sur le premier point. Lorsque l'hydrogène, montant tumultueusement à travers les obstacles mobiles de la photosphère, a franchi la dernière couche en vertu de la vitesse acquise par sa surchauffe, il s'élance dans le vide presque absolu qui règne au delà de la chromosphère et se dilate prodigieusement dans ce vide. Mais, au lieu d'être sollicité en sens inverse par la seule pesanteur, il subit immédiatement à sa sortie la répulsion solaire, force que la figure des comètes a mise en évidence ([1]) et qui, dans certains cas, peut l'emporter sur l'attraction

est plus ou moins incliné, la facule qui entoure la tache sur la photosphère sera rejetée un peu en arrière (à l'est pour l'observateur). C'est ce qui arrive effectivement; les astronomes de Kew ont mis le fait hors de doute.

([1]) Voyez ma Notice *Sur la figure des Comètes*, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1883.

et chasser au loin des matériaux réduits à une extrême ténuité. Dès lors le développement que prennent, en hauteur surtout, ces jets d'hydrogène excessivement raréfié n'a plus rien qui doive surprendre; la pesanteur réduite par la force répulsive de la photosphère, que celle-ci soit due à l'incandescence de la surface ou à son état électrique, n'oppose plus un obstacle infranchissable à cette ascension verticale dans le vide.

» Quant à l'illusion de ces vitesses fabuleuses, en voici, je crois, l'explication fort simple. Par son expansion même, cet hydrogène, parvenu dans la région de la couronne, se refroidit et cesse d'être incandescent. Il est alors invisible au spectroscope, du moins dans les premiers moments de son ascension. Peu à peu, rapidement même, l'énorme radiation calorifique de la photosphère lui restitue la chaleur perdue, en commençant par le bas de la protubérance nouvellement formée. Les raies lumineuses de l'hydrogène reparaissent çà et là. La visibilité de la protubérance se propage rapidement vers le haut, et le spectroscopiste qui, à midi par exemple, n'a vu que les parties inférieures de la protubérance, n'a qu'à revenir à 1^h ou même à midi et demi pour l'apercevoir en entier. S'il prend alors cette propagation du réchauffement pour un transport effectif des matériaux de bas en haut, il conclura aux vitesses fabuleuses dont nous venons de parler (1).

» La théorie que je viens d'esquisser est essentiellement mécanique. Elle a montré sa fécondité en donnant l'explication claire et simple de tous les mouvements que nous observons sur le Soleil, et elle se prolonge pour ainsi dire dans la Météorologie, car on retrouve sur le globe terrestre, jusque dans les moindres détails des grands mouvements tournants de l'atmosphère, tout le mécanisme des mouvements du Soleil. On voit par là le rôle considérable que les gyrations à axe vertical jouent dans l'univers. C'est une branche toute nouvelle de la Science qui commence à se révéler à nous. Mais, sous le rapport physique et chimique, il reste encore, malgré les progrès de l'analyse spectrale, beaucoup de points d'interrogation. Quelle est la substance qui forme les nuages de la photosphère? Est-ce

---

(1) Il arrive parfois que, dans le spectre d'une protubérance ou d'une tache, une ou deux raies de l'hydrogène présentent des distorsions et des épanouissements brusques à droite ou à gauche, ou bien à la fois vers les deux extrémités du spectre. Cela ne veut pas dire qu'une partie de l'hydrogène se meut vers l'observateur, et qu'une autre partie s'en éloigne avec les vitesses fabuleuses que nous avons citées plus haut. Il faudrait *au moins*, pour cela, que les raies des autres gaz ou vapeurs intimement mêlés à l'hydrogène présentassent les mêmes épanouissements, ce qui n'a pas lieu.

par voie de combinaison chimique ou par simple condensation des vapeurs de corps simples que les nuages se forment continuellement pour retomber ensuite en pluie vers l'intérieur?

» Dans le second cas, la température de la photosphère, sur laquelle les plus habiles physiciens n'ont pu se mettre d'accord, doit être inférieure au point d'ébullition de cette substance et supérieure à celui des métaux dont les vapeurs baignent ces nuages, marquant partout leur présence par les raies noires de la photosphère.

» Dans le premier cas, auquel ma pensée s'arrête plus aisément, bien que je me serve indifféremment des mots de *condensation* et de *dissociation*, une certaine substance abondante dans la nature (j'ai cité plusieurs fois la magnésie uniquement pour fixer les idées) doit se trouver, à l'intérieur, dans un état complet de dissociation, tandis que la température beaucoup plus basse de la photosphère se prêterait à la combinaison de ses éléments, à la formation d'un ou plusieurs de ces oxydes terreux réfractaires qui abondent autour de nous, et forment le substratum géologique le plus général. Le peu de densité moyenne de nos planètes et leur aplatissement montrent que ces oxydes terreux, très abondants dans les aérolithes, doivent en former la base principale. D'ailleurs le Soleil n'appartient pas à la classe des étoiles les plus chaudes, sur lesquelles aucune combinaison ne paraît pouvoir se former. Mais alors comment se fait-il que l'oxygène n'apparaisse jamais au spectroscope, ni par des raies noires dans la photosphère ni par des raies brillantes dans la chromosphère ou les protubérances? Pour moi, je pense que les vapeurs métalliques très rares que l'hydrogène ascendant enlève jusque dans la froide chromosphère et bien au-dessus dépouillent incessamment cette couche de l'oxygène qui tendrait à s'y diffuser [1]. Ces vapeurs sont bien trop rares pour former des nuages éclatants par leur combinaison avec l'oxygène : elles n'engendreront qu'une sorte de poussière impalpable qui encombrera les régions basses de la chromosphère en lui communiquant, suivant une vue très juste de M. le professeur Hastings, le remarquable pouvoir d'extinction qu'elle manifeste pour les rayons de toute réfrangibilité. Cette poussière rare d'oxydes métalliques, incapable d'illuminer sensiblement la chromosphère, retomberait sur la photosphère dont la température serait déjà supérieure à celle de leur combinaison; elle la traverse-

---

[1] Ce serait un excellent moyen de faire le vide que de lancer dans un milieu raréfié d'oxygène par quelque vapeur métallique comme celles du sodium ou de potassium.

rait plus ou moins rapidement et ne tarderait pas à se dissocier complètement dans son intérieur ou un peu plus bas, et l'on comprendrait alors que l'oxygène en excès dans la photosphère s'y révélât par des raies brillantes, comme le veut M. H. Draper.

» On voit, par ces dernières réflexions, que si la théorie mécanique de la constitution du Soleil a trouvé des bases certaines, il nous reste beaucoup à apprendre dans le domaine déjà si riche de la Physique et de la Chimie solaires. »

M. **G.-A. Hirn**, en adressant à l'Académie une brochure intitulée « Réfutations d'une seconde critique de M. G. Zeuner », qu'il vient de publier avec M. O. Hallauer, accompagne cet envoi de l'analyse suivante :

« L'année dernière, à la même époque, M. Hallauer et moi, nous avons présenté à l'Académie une Notice extraite des *Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse*, dans laquelle nous répondions à une critique faite par M. Zeuner, des travaux des Ingénieurs alsaciens sur la machine à vapeur depuis 1851. Nous pensions avoir réfuté, chacun dans la forme qui lui est habituelle, les objections de notre savant critique et nous pouvions croire la discussion close. Il n'en est pas ainsi pourtant. M. Zeuner vient d'insérer dans *l'Ingénieur civil*, qui paraît à Leipzig, une nouvelle critique encore plus vive que la première, à laquelle nous nous sommes mis en devoir de répondre immédiatement. C'est cette réponse, parue aussi aux *Bulletins de la Société de Mulhouse* et tirée à part, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie des Sciences. Toutes les pièces de ce débat, écrites ou traduites en français, se trouvent dans la librairie; elles sont ainsi à la portée des personnes qui s'intéressent aux progrès des moteurs thermiques ou à ceux de la Physique mathématique. Au lieu donc de donner dans cette Note, et selon l'usage reçu, un aperçu de la critique de M. Zeuner et de notre réponse, je mettrai en relief le fond seulement de la première, me gardant de parler de la forme absolument insolite qu'elle affecte, et je présenterai, quant à notre réponse, quelques remarques qu'au contraire nous n'y avons pas développées.

» Dans sa critique de 1881 et, sous une forme plus précise, dans sa nouvelle critique de 1882, M. Zeuner donne quatre équations fondamentales, qui, d'après lui, devront servir désormais de base à la théorie des machines à vapeur. Je les reproduis intégralement ici, pour les discuter,

après y avoir introduit une très légère modification, dont je donne la clef en note [1] :

$$\text{(I)}\qquad Q_a + G_0(q_1 - q_0) = G(\lambda - q_1) + m_0\rho_0 - m_1\rho_1 - L_a - Q'_v,$$
$$\text{(II)}\qquad -Q_b - G_0(q_1 - q_2) = G(q_1 - q_2) + m_1\rho_1 - m_2\rho_2 - L_b - Q''_v,$$
$$\text{(III)}\qquad Q_c + G_0(q_2 - q_3) = G_i(q_4 - q_i) - G(q_2 - q_4) + m_3\rho_3 - m_2\rho_2 - L_c,$$
$$\text{(IV)}\qquad Q_d + G_0(q_3 - q_0) = m_0\rho_0 - m_3\rho_3 + L_d.$$

» Voici la signification des diverses lettres :

G, dépense, par coup de piston, de vapeur et d'eau entraînée en poussière;
m_1, quantité de vapeur présente au cylindre à la fin de l'admission;
m_2, quantité de vapeur présente au cylindre à la fin de la détente;
m_0, quantité de vapeur présente au cylindre au moment de la fermeture du tiroir de sortie;
m_3, quantité de vapeur présente après le refoulement et au moment où s'ouvre le tiroir d'admission;
G_i, quantité d'eau injectée au condenseur;
G_0, *quantité d'eau en provision constante du cylindre d'après M. Zeuner;*
Q_a, Q_b, Q_c, Q_d quantités de chaleur : cédée aux parois pendant l'admission, cédée par les parois pendant la détente, cédée par les parois pendant la condensation, reprise par les parois pendant la compression finale;
L_a, L_b, L_c, L_d, quantités de chaleur représentées : par le travail de l'admission, de la détente, de l'expulsion au condenseur, de la compression finale;
Q'_v, Q''_v, quantités de chaleur perdues par les parois externes du cylindre : pendant l'admission et pendant la détente;
λ, chaleur totale d'évaporation de 1^{kg} d'eau à la pression de la chandière;
ρ_1, ρ_2, ρ_0, ρ_3, quantités de chaleur représentées (par kilogramme de vapeur) par : le travail

---

[1] Les équations de M. Zeuner se trouvent, dans ses deux Mémoires, sous la forme

$$\text{(I)}\qquad L_a + Q_a + Q'_v = G\lambda + G_0(q_0 + x_0\rho_0) - (G + G_0)(q_1 + x_1\rho_1),$$
$$\text{(II)}\qquad L_b - Q_b + Q''_v = (G + G_0)(q_1 + x_1\rho_1) - (G + G_0)(q_2 + x_2\rho_2),$$
$$\text{(III)}\qquad L_c + Q_c = G q_4 + G_i(q_4 - q_i) + G_0(q_3 + x_3\rho_3) - (G + G_0)(q_2 + x_2\rho_2),$$
$$\text{(IV)}\qquad L_d - Q_d = G_0(q_0 + x_0\rho_0) - G_0(q_3 + x_3\rho_3).$$

x avec ses divers indices désigne le poids relatif de vapeur qui se trouve dans le mélange G ou $(G + G_0)$. J'ai posé

$$(G + G_0)x_1 = m_1,\quad (G + G_0)x_2 = m_2,$$
$$G_0 x_0 = m_0,\qquad G_0 x_3 = m_3,$$

parce que les diagrammes, à l'aide des pressions p_1, p_2, p_3, p_0 qu'ils donnent, permettent de calculer la densité δ et par suite la masse m de la vapeur, et nullement G ou G_0.

interne à la fin de l'admission, à la fin de la détente, au commencement de la compression, à la fin de la compression;

$q_i, q_4, q_1, q_2, q_0, q_3$, quantités de chaleur de 1^{kg} d'eau : 1° d'injection, 2° de condensation, 3° présente au cylindre à la fin de l'admission, 4° à la fin de la détente, 5° au commencement de la compression, 6° à la fin de la compression. Quantités répondant aux températures $t_i, t_4, t_1, t_2, t_0, t_3$.

» J'ai réuni, dans le membre gauche, les termes inconnus G_0 et Q avec ses divers indices a, b, c, d. En désignant par V_0 le volume des espaces perdus; par V_1 celui qu'engendre le piston pendant la période d'admission; par V_2 le volume engendré par la détente; par V_3 le volume existant du côté de la face opposée du piston au moment de la fermeture du tiroir d'échappement, et par δ les poids du mètre cube de vapeur répondant aux quatre périodes indiquées par les indices, on a évidemment

$$m_1 = (V_0 + V_1)\delta_1, \quad m_2 = (V_0 + V_2)\delta_2,$$
$$m_0 = (V_0 + V_3)\delta_0, \quad m_3 = V_0\delta_3,$$

et les quatre équations deviennent

$$\text{(I)} \quad \left\{ \begin{aligned} & Q_a + G_0(q_1 - q_0) \\ & \quad = G(\lambda - q_1) + \rho_0\delta_0(V_0 + V_3) - \rho_1\delta_1(V_0 + V_1) - L_a - Q'_v, \end{aligned} \right.$$

$$\text{(II)} \quad \left\{ \begin{aligned} & -Q_b - G_0(q_1 - q_2) \\ & \quad = G(q_1 - q_2) + \rho_1\delta_1(V_0 + V_1) - \rho_2\delta_2(V_0 + V_2) - L_b - Q''_v, \end{aligned} \right.$$

$$\text{(III)} \quad \left\{ \begin{aligned} & Q_c + G_0(q_2 - q_3) \\ & \quad = G_i(q_4 - q_i) - G(q_2 - q_4) + \rho_3\delta_3 V_3 - \rho_2\delta_2(V_0 + V_2) - L_c, \end{aligned} \right.$$

$$\text{(IV)} \quad Q_d + G_0(q_3 - q_0) = \rho_0\delta_0(V_0 + V_3) - \rho_3\delta_3 V_3 + L_d.$$

» Deux questions se posent d'elles-mêmes au sujet de ces équations.

I. Ces équations répondent-elles effectivement aux exigences d'une théorie proprement dite de la machine à vapeur? Ne sont-elles pas bien plutôt l'expression littérale de ce que j'ai appelé depuis longtemps la *Théorie expérimentale* ou *pratique* de la machine?

» Étant donnée une machine arrivée à son état de régime stable de pression, de vitesse, de température, de détente, on connaît par l'observation directe la pression de la chaudière, la température de l'eau d'injection au condenseur, les volumes engendrés par le piston pendant l'admission et pendant la détente. Nous pouvons supposer comme connus aussi : 1° la quantité G_i d'eau injectée, déterminée d'après la méthode que j'ai indiquée dès l'origine de mes travaux; 2° le rapport, supposé stable, du poids

de la vapeur et de celui de l'eau en poussière qu'emporte cette vapeur, rapport déterminé aussi d'après la méthode expérimentale, des plus délicates d'ailleurs, que j'ai fait connaître dans le temps. Si nous possédions une théorie réelle de la machine à vapeur, il est évident qu'avec les seuls éléments que je viens de désigner, nous serions à même de déterminer *a priori* et sans aucune expérience : 1° la dépense totale G par coup de piston; 2° le travail total L_i par coup de piston; 3° tous les détails L_a, L_b, L_c, L_d de ce travail; 4° la température de l'eau de condensation. — Nous sommes bien loin de là pourtant, et pour ne citer que deux termes essentiels, nous ne sommes pas sûrs, à 40 pour 100 près, de la dépense G et à 20 pour 100 près du travail total L_i. C'est ce que savent toutes les personnes qui ont suivi avec attention les travaux exécutés en Alsace depuis ces vingt-cinq dernières années, et, je l'ajoute avec satisfaction, c'est ce qu'ont démontré les expériences exécutées récemment sur une très grande échelle, d'après nos méthodes, en Amérique et en Angleterre.

» En examinant les choses d'un peu près, on reconnaît aisément que sur les quatorze termes :

$$G,\ m_1,\ m_2,\ m_0,\ m_3,\ (q_1,\rho_0),\ (q_1,\rho_1),\ (q_2,\rho_2),\ (q_3,\rho_3),\ q_4,\ L_a,\ L_b,\ L_c,\ L_d,$$

il n'y en a pas un seul qui puisse se calculer avec quelque précision *a priori*. Tous réclament l'expérience dans chaque cas particulier et sous sa forme la plus délicate, la plus précise. La valeur de G demande des pesées, faites pendant des journées entières, de l'eau d'alimentation, car la dépense m_1 en vapeur, pendant l'admission, diffère toujours, et parfois énormément, de la valeur qu'on obtiendrait en multipliant (V_0+V_1) par la densité de la vapeur dans la chaudière. La détermination des termes q, ρ, L, δ, avec leurs divers indices, ne peut s'obtenir qu'à l'aide de diagrammes relevés, un grand nombre de fois par jour, avec un excellent indicateur Watt : diagrammes qui, en nous donnant la pression répondant à chaque période, nous permettent, à l'aide des équations de la Thermodynamique, de calculer la densité, la chaleur du travail interne, etc., correspondants. Les membres droits tout entiers de ces quatre équations sont en un mot des résultats de l'expérience *a posteriori*, et ils peuvent en conséquence s'écrire sous la forme

$$\text{(I)}\qquad Q_a + a' G_0 = A,$$
$$\text{(II)}\qquad Q_b + b' G_0 = B,$$
$$\text{(III)}\qquad Q_c + c' G_0 = C,$$
$$\text{(IV)}\qquad Q_d + d' G_0 = D,$$

ces sommes échappant par leur nature même à toute détermination *a priori.* Quant aux membres gauches, pris dans leur ensemble, il est évident par soi-même que jamais ils ne pourront relever d'un calcul *théorique,* ou *a priori.* Tels que M. Zeuner les a établis par son analyse, ils constituent de plus des indéterminées, puisque nous avons cinq inconnues pour quatre équations et que pour le moment l'expérience elle-même ne peut nous faire connaître les valeurs exactes du rapport de $Q_{(a,b,c,d)}$ à $G_0(a', b', c', d')$ (¹). Toutefois l'analyse des résultats expérimentaux obtenus jusqu'ici nous montre déjà que, pour toutes les machines essayées par les Ingénieurs alsaciens, la valeur de G_0, contrairement à l'assertion de M. Zeuner, est très petite. Tandis qu'on peut sans erreur sensible écrire $G_0 = m_0$, ce qui conduit pour le produit $m_0(a', b', c', d')$ à une valeur insignifiante, on ne peut, au contraire, supposer nulle l'action des parois et poser $Q = 0$, car on obtient alors pour G_0 autant de valeurs différentes que d'équations, ce qui réfute l'hypothèse d'une provision *constante* d'eau dans les espaces perdus. A un point de vue pratique, nous pouvons dire que si jamais G_0 prend une valeur réelle notable, ce sera l'indice d'une machine mal conditionnée.

» Les quatre équations de M. Zeuner ne sont en définitive autre chose que l'expression littérale et algébrique de ce que j'ai appelé la *Théorie expérimentale* ou *pratique.* »

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Opuscule de M. *Ph. Gilbert*, intitulé « Sur une transformation des équations de l'Hydrodynamique ». (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles,* 1883.)

2° Le numéro de mars 1882 du *Bullettino* publié par M. le prince *Bon-*

(¹) On pourrait penser que, en faisant varier le degré de compression finale par le réglage des tiroirs d'échappement, on arriverait à l'aide de deux expériences à deux équations

$$Q'_d + d' G_0 = D',$$
$$Q''_d + d'' G_0 = D'',$$

d'où l'on tirerait G_0. Mais ce serait là une erreur ; car toute variation dans le réglage des tiroirs amène forcément un changement dans la valeur de Q_d et par conséquent de G_0 même. On arriverait ainsi toujours à avoir une inconnue de plus qu'il n'y aurait d'équations.

compagni. Ce numéro est consacré à deux Traités inédits d'abacus, du XIIe siècle, publiés d'après les manuscrits 2123 et 5327 de la Bibliothèque du Vatican, avec une introduction de M. *Narducci*.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans une série de Communications, je me suis occupé du problème de Géométrie infinitésimale qui a pour objet la détermination de toutes les surfaces ayant une représentation sphérique donnée. L'année dernière, je me suis contenté de traiter le cas où les images sphériques des lignes de courbure forment un système orthogonal et isotherme, parce que l'étude de cette hypothèse particulière conduit à des problèmes d'Analyse du plus grand intérêt. Mais la méthode que j'ai suivie est applicable aux systèmes orthogonaux les plus généraux, et je vais montrer comment elle conduit à la solution complète du problème de la représentation sphérique, toutes les fois que cette solution peut être obtenue en termes finis.

» Considérons une surface quelconque (Σ) comme l'enveloppe d'un plan défini par l'équation

$$(1)\qquad (x+y)X+(1-xy)Y+i(1+xy)Z-P=0,$$

où X, Y, Z désignent les coordonnées courantes, x, y deux variables indépendantes pouvant prendre toutes les valeurs possibles, et P une fonction quelconque de ces variables. L'équation de la surface s'obtiendrait en éliminant x, y entre l'équation (1), et celles qu'on lui adjoint en prenant les dérivées successivement par rapport à x et à y. Il est aisé, du reste, de donner la signification géométrique des variables x et y. Ce sont les coordonnées imaginaires symétriques du point où une sphère de rayon 1 est rencontrée par la parallèle, menée par son centre, à la normale de la surface (Σ).

» Ces variables ont déjà été employées par M. O. Bonnet, dans son beau Mémoire *Sur l'emploi d'un nouveau système de variables dans l'étude des propriétés des surfaces courbes*, et nous devons à M. Bonnet ce résultat élégant, que l'équation différentielle des lignes de courbure de la surface (Σ) prend la forme

$$(2)\qquad dp\,dx-dq\,dy=0,$$

où p et q désignent, suivant l'usage, les dérivées partielles de P par rapport à x et à y.

» Si nous désignons de même par r, s, t les dérivées secondes de P, l'équation (2) peut aussi s'écrire

$$r\,dx^2 - t\,dy^2 = 0.$$

» Par suite, si α, β désignent les paramètres des lignes de courbure, on aura

$$(3) \qquad \frac{\partial x}{\partial \alpha} = \lambda \frac{\partial y}{\partial \alpha}, \quad \frac{\partial x}{\partial \beta} = -\lambda \frac{\partial y}{\partial \beta},$$

λ étant égal à la racine carrée de $\frac{t}{r}$.

» Comparant les équations (3) à l'équation (2), on voit que l'on aura aussi

$$(4) \qquad \frac{\partial q}{\partial \alpha} = \lambda \frac{\partial p}{\partial \alpha}, \quad \frac{\partial q}{\partial \beta} = -\lambda \frac{\partial p}{\partial \beta}.$$

» Il est d'ailleurs aisé de reconnaître que, toutes les fois que les équations (3) et (4) seront satisfaites, il en sera de même de l'équation

$$\frac{\partial p}{\partial \alpha}\frac{\partial x}{\partial \beta} - \frac{\partial p}{\partial \beta}\frac{\partial x}{\partial \alpha} + \frac{\partial q}{\partial \alpha}\frac{\partial y}{\partial \beta} - \frac{\partial q}{\partial \beta}\frac{\partial y}{\partial \alpha} = 0,$$

qui exprime que p et q sont les dérivées partielles d'une même fonction.

» Cela posé, supposons qu'il s'agisse de trouver les surfaces ayant une représentation sphérique donnée. Alors x et y devront être considérées comme des fonctions données de α et de β. Les équations (3) seront compatibles et nous feront connaître la valeur de λ. Pour trouver la surface, c'est-à-dire pour déterminer P, il suffira de résoudre les équations (4) et, les valeurs de p, q une fois obtenues, on en déduira P par une quadrature.

» Or l'intégration du système (4) se ramène aisément à celle de l'équation

$$(5) \qquad \frac{\partial^2 Z}{\partial \alpha\,\partial \beta} = \frac{Z}{\sqrt{\lambda}}\frac{\partial^2(\sqrt{\lambda})}{\partial \alpha\,\partial \beta},$$

et, si Z est une solution de cette équation, on aura

$$p = \frac{Z}{\sqrt{\lambda}},$$

et q s'obtiendra par une quadrature.

» On sait que M. Moutard a étudié les équations aux dérivées partielles de la forme que nous venons de rencontrer. Les importantes propositions qu'il a fait connaître nous conduisent à la conclusion suivante :

» *On peut obtenir tous les cas dans lesquels le problème de la représentation sphérique est susceptible d'une solution en termes finis.*

» *Toutes les fois que le problème de la représentation sphérique aura été résolu d'une manière quelconque pour un système de courbes orthogonales, on pourra déduire de la solution obtenue celle qui se rapporte à toute une suite illimitée de systèmes sphériques orthogonaux.*

» Les premiers cas d'intégrabilité se rapportent, comme je l'ai indiqué il y a déjà longtemps, aux surfaces dont les lignes de courbure sont planes dans un système. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions satisfaisant à l'équation* $\Delta F = 0$. Note de M. APPELL, présentée par M. Bouquet.

« Soit $F(x, y, z)$ une fonction de trois variables réelles x, y, z, que nous considérons comme les coordonnées rectangulaires d'un point M; nous supposons que cette fonction soit uniforme, continue, qu'elle admette des dérivées et qu'elle vérifie l'équation

$$(1) \qquad \Delta F = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} = 0$$

en tous les points M situés à l'intérieur d'une surface fermée S, excepté en certains points isolés, qui seront appelés *points singuliers*. Désignons par $M_k(a_k, b_k, c_k)$ un de ces points et par r_k la quantité

$$+\sqrt{(x-a_k)^2+(y-b_k)^2+(z-c_k)^2};$$

soient, en outre, $V_\nu^{(k)}$ un polynôme homogène de degré ν en $x-a_k$, $y-b_k$, $z-c_k$ vérifiant l'équation $\Delta V_\nu^{(k)} = 0$, et V_ν un polynôme homogène de degré ν en x, y, z vérifiant cette même équation $\Delta V_\nu = 0$. Nous dirons que le point singulier M_k est un pôle de degré n de la fonction F, s'il existe une fonction φ de la forme

$$(2) \qquad \varphi = \frac{V_0^{(k)}}{r_k} + \frac{V_1^{(k)}}{r_k^3} + \cdots + \frac{V_\nu^{(k)}}{r_k^{2\nu+1}} + \cdots + \frac{V_{n-1}^{(k)}}{r_k^{2n-1}},$$

telle que la différence $F - \varphi$ soit continue au point M_k. S'il n'existe pas de fonction φ possédant cette propriété, le point M_k sera un point singulier

essentiel. Dans le cas où le point M_k serait à l'infini, il faudrait, dans les définitions précédentes, remplacer la fonction (2) par

$$(3) \qquad \psi = V_1 + V_2 + \ldots + V_\nu + \ldots + V_n.$$

» Dans ce qui suit, nous supposerons que la fonction F existe dans tout l'espace, c'est-à-dire que la surface fermée, désignée par S, s'étende à l'infini. Alors, 1° une fonction F qui n'a d'autres points singuliers que des pôles est égale à une somme de fonctions telles que (2), d'une fonction (3) et d'une constante; 2° une fonction F qui possède n points singuliers $M_k (k = 1, 2, \ldots, n)$ est représentée par une série de la forme

$$(4) \qquad F = \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} V_\nu + \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} \frac{V_\nu^{(k)}}{r_k^{2\nu+1}}.$$

» On peut étendre à ces fonctions F existant dans tout l'espace le théorème de M. Mittag-Leffler; mais je laisse de côté cette généralisation facile pour examiner les fonctions les plus simples qui se présentent après celles qui n'ont que des pôles. Ce sont les fonctions qui n'ont à distance finie d'autres points singuliers que des pôles, et qui reprennent les mêmes valeurs aux points homologues d'un réseau de parallélépipèdes. Ces fonctions sont analogues à la partie réelle d'une fonction méromorphe doublement périodique d'une variable imaginaire; elles sont déterminées quand on connaît leurs pôles dans un parallélépipède élémentaire et les fonctions (2) correspondantes. Cette dernière propriété résulte de ce qu'une pareille fonction qui resterait finie dans un parallélépipède élémentaire resterait finie dans tout l'espace, et, par suite, serait une constante d'après un théorème démontré par M. Picard (*Comptes rendus*, t. XC, p. 601). Supposons que les parallélépipèdes élémentaires soient des cubes dont les arêtes sont parallèles aux axes coordonnés et ont pour longueur l'unité; dans ce cas, les fonctions considérées doivent vérifier l'équation

$$F(x + m,\ y + n,\ z + p) = F(x, y, z),$$

m, n, p étant des entiers quelconques positifs, négatifs ou nuls. Pour former l'expression générale d'une pareille fonction, posons

$$\rho = +\sqrt{m^2 + n^2 + p^2}, \quad r = +\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad r\rho\cos\theta = mx + ny + pz,$$
$$R = +\sqrt{(x - m)^2 + (y - n)^2 + (z - p)^2} = +\sqrt{r^2 - 2r\rho\cos\theta + \rho^2},$$

et désignons par ε un nombre positif moindre que l'unité. Pour toutes les

positions du point $M(x, y, z)$, telles que $\frac{r}{\rho} \leq \varepsilon$, la fonction $\frac{1}{R}$ est développable en une série convergente de la forme

$$\frac{1}{R} = \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} \frac{r^\nu}{\rho^{\nu+1}} P_\nu(\cos\theta),$$

où P_ν est un polynôme de Legendre. Comme $P_\nu(\cos\theta)$ est compris entre -1 et $+1$, la différence

$$f(x, y, z; m, n, p) = \frac{1}{R} - \frac{1}{\rho} - \frac{r}{\rho^2} P_1(\cos\theta) - \frac{r^2}{\rho^3} P_2(\cos\theta)$$

est, en valeur absolue, moindre que $\frac{r^3}{\rho^4}\frac{1}{1-\varepsilon}$. Mais, d'après un théorème d'Eisenstein [1] (*Journal de Crelle*, t. 35, p. 155), la série $\sum' \frac{1}{\rho^4}$ est convergente, le signe Σ' indiquant que la sommation est étendue à toutes les valeurs entières positives, négatives ou nulles de m, n, p, la combinaison $m = n = p = 0$ étant exceptée. Donc la série

$$Z(x, y, z) = \frac{1}{r} + \sum' f(x, y, z; m, n, p)$$

est absolument convergente; cette série définit une fonction satisfaisant à l'équation $\Delta Z = 0$ et aux relations

$$\begin{aligned} Z(x+1, y, z) - \lambda x &= Z(x, y+1, z) - \lambda y \\ &= Z(x, y, z+1) - \lambda z = Z(x, y, z) + \mu, \end{aligned}$$

λ et μ désignant des constantes. Soit alors

$$(5) \quad F(x, y, z) = \delta + \alpha x + \beta y + \gamma z + \sum_{k=1}^{k=n} A_k Z(x - a_k, y - b_k, z - c_k),$$

les constantes α, β, γ, A_k vérifiant les relations

$$(6) \quad \sum_{k=1}^{k=n} A_k = 0, \quad \alpha = \lambda \sum_{k=1}^{k=n} A_k a_k, \quad \beta = \lambda \sum_{k=1}^{k=n} A_k b_k, \quad \gamma = \lambda \sum_{k=1}^{k=n} A_k c_k;$$

cette fonction F est la fonction la plus générale possédant les propriétés demandées et ayant des pôles du premier degré aux points (a_k, b_k, c_k). Si

(1) M. Jordan a donné une démonstration très simple de ce théorème dans le *Bulletin de la Société mathématique*, t. IX, p. 113.

les pôles sont d'un degré supérieur au premier, il faut ajouter, dans le second membre de l'expression (5), des termes de la forme

$$A^{(k)}_{m,n,p}\frac{\partial^{m+n+p}Z(x-a_k, y-b_k, z-c_k)}{\partial x^m\,\partial y^n\,\partial z^p}.$$

» Je remarque, en terminant, que l'on peut étendre aux fonctions satisfaisant à l'équation $\Delta F = 0$ les théorèmes que j'ai indiqués pour les fonctions d'une variable imaginaire dans la séance du 1er mai 1882. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le déplacement des raies du sodium, observé dans le spectre de la grande comète de* 1882. Note de MM. **Thollon** et **Gouy**, présentée par M. Mouchez.

« Dans les *Comptes rendus* du 25 septembre 1882, nous avons publié le résultat des études que nous avons faites à l'Observatoire de Nice sur la grande comète le jour même (18 septembre) où nous l'avons vue en plein midi. A l'aide d'un spectroscope à un seul prisme, nous avons pu constater d'une manière certaine, non seulement l'existence des raies brillantes du sodium dans le spectre cométaire, mais encore leur déplacement du côté du rouge, déplacement que nous avons évalué à $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de l'intervalle entre les deux raies du sodium D_1 et D_2. Les détails de ces observations se trouvent consignés dans la Note que nous venons de rappeler. Nous en avons conclu que la comète devait, à ce moment, *s'éloigner* de la Terre avec une vitesse absolue de $\frac{305}{4} = 76^{km}$ ou $\frac{305}{5} = 61^{km}$ par seconde, 305^{km} étant la vitesse qui correspond, d'après les longueurs d'ondes d'Angström, à un déplacement égal à l'intervalle entier de D_1 à D_2.

» Il y avait grand intérêt à vérifier ces conclusions et à voir comment elles s'accordaient avec les faits; mais on ne savait rien alors sur la marche de l'astre et toute vérification était impossible. Il n'en est plus de même aujourd'hui où l'on possède les éléments nécessaires pour déterminer exactement la trajectoire de la comète. M. Bigourdan, qui s'occupe actuellement de ce calcul, a bien voulu nous fournir les données suivantes, relatives à l'après-midi du 18 septembre.

Temps moyen de Nice.	Distances à la Terre.	Vitesses moyennes par heure.	Vitesses moyennes par seconde.
h m	km	km	km
0.35	158700700	275200	76,4
1.35	158975900	268900	74,7
2.35	159244800	262600	72,9
3.35	159507400	257000	71,4
4.35	159764400		

L'examen de ce Tableau montre que, au moment de nos observations (3^h du soir environ), la comète *s'éloignait* de la Terre, et qu'elle s'éloignait avec une vitesse moyenne de 73^{km} par seconde, nombre compris entre nos deux évaluations 76^{km} et 61^{km}.

» Cette concordance montre bien la sûreté des indications du spectroscope en pareil cas. Elle montre aussi que les vapeurs de sodium qui entouraient le noyau de la comète suivaient la même trajectoire et faisaient partie des éléments constituants de cet astre. Enfin elle confirme d'une manière remarquable la loi du changement des longueurs d'ondes produit par le mouvement de la source lumineuse; c'est pourquoi elle nous a paru digne d'être signalée à l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Action magnétique du Soleil sur la Terre et les planètes; elle ne produit pas de variation séculaire dans les grands axes des orbites.* Note de M. QUET.

« L'action magnétique que le Soleil exerce, soit par son fer, soit par ses courants électriques, sur la Terre qui est un aimant et sur les planètes qui se trouvent très probablement dans la même condition, ne modifie sensiblement, même dans un très long intervalle de temps, ni leur mouvement de révolution, ni leur rotation autour du centre de gravité. Cette conclusion, qui n'est pas sans intérêt au point de vue astronomique et qui est utile à la théorie de l'induction solaire, se déduit des considérations et des calculs que je vais exposer.

» Chaque élément magnétique d'une planète est animé, par l'action du Soleil, de deux forces sensiblement égales, parallèles et de sens opposés; c'est de cette manière que les aiguilles de nos boussoles se trouvent dirigées par le couple terrestre. Si ces deux forces formaient rigoureusement un couple, elles se détruiraient complètement au centre de gravité où elles doivent être transportées pour le calcul de la force motrice; mais, à cause de l'imperfection du couple, elles fournissent une résultante très faible, et cette dernière, en se composant avec les résultantes analogues qui sont excessivement nombreuses, donnera une force motrice de grandeur finie. Pour avoir la force accélératrice du centre de gravité, on n'a qu'à diviser cette force motrice par la masse de la planète, qui est relativement énorme et rend le quotient excessivement petit. Comme en Astronomie l'action des forces se continue indéfiniment avec le temps, il est bon d'entrer dans quelques détails numériques afin de savoir jusqu'à quel point les effets de la force magnétique du Soleil sont inappréciables à l'observation.

» En adoptant pour unités de longueur, de masse et de temps, le mètre, la masse du gramme et la seconde de temps moyen, et en supposant l'égalité des pouvoirs magnétiques, je trouve que la force motrice appliquée au centre de gravité de la Terre est plus petite que 64000 unités de force. Ce n'est pas la masse du gramme que cette force doit entraîner, mais celle de tous les grammes de la Terre, qui sont au nombre d'environ $10^{27} \times 5,94$; elle produira donc une force accélératrice plus petite que $10^{-24} \times 10,8$. C'est une force d'une faiblesse excessive, comme on peut en juger par ces deux résultats :

» L'accélération magnétique dont je viens de parler est à celle qui provient de la gravitation universelle dans un rapport plus petit que celui de 2 à 10^{22}. Si la Terre était soumise à cette seule force, supposée de direction et d'intensité constantes, elle ne se déplacerait pas, dans son mouvement uniformément accéléré, de 54^{m} en 10000 ans.

» Ces nombres me paraissent suffire pour le but que je voulais atteindre. Toutefois, à côté de cette démonstration très élémentaire, il reste à traiter la question au point de vue astronomique, afin de savoir quelles modifications pourront se produire lorsque des milliers de siècles se seront écoulés. J'ai calculé le potentiel de la force; j'ai ensuite formé l'expression des variations séculaires des six éléments de l'orbite et j'ai été ainsi conduit à des résultats au moins aussi probants que ceux de la démonstration élémentaire; c'est ce que je ferai voir dans une autre Communication. Je me bornerai à citer ici ce résultat assez remarquable que les grands axes des orbites n'éprouvent pas de variation séculaire.

» Quant à la Lune, j'ai trouvé que son accélération, due à l'action magnétique de la Terre, est plus petite que $10^{-19} \times 3$.

» Le potentiel de l'action magnétique du Soleil sur une planète a pour expression $V = \Sigma\mu\mu'\rho^{-1}$, en désignant par μ' et μ les masses des fluides magnétiques de deux points M′ et M du Soleil et de la planète, dont la distance est ρ. L'origine des coordonnées rectangulaires étant au centre du Soleil, R désignant la distance de ce centre à celui de la planète, x, y, z les coordonnées de ce dernier, $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$ celles du point M de la planète et x', y', z' celles du point M′ du Soleil, on déduira ρ de l'expression de R, en faisant varier dans celle-ci de $\xi - x'$, $\eta - y'$, $\zeta - z'$ les coordonnées x, y, z; on tirera donc le développement de ρ^{-1} par la série de Taylor, et en remarquant que les dérivées du premier et du second ordre de R^{-1} s'obtiennent en divisant par R^3 les quantités suivantes :

$$-x,\ -y,\ -z,\ -1+3x^2R^{-2},\ 3xyR^{-2},\ -1+3y^2R^{-2},\ \ldots$$

$\mu\mu'\rho^{-1}$ est le potentiel de l'action de la masse μ' sur la masse μ. En laissant ξ, η, ζ constantes, on obtiendra le potentiel U de l'action du Soleil sur μ, en multipliant par $\mu\mu'$ le développement de ρ^{-1} et en ne faisant varier que x', y', z'; on a ainsi

$$U = U' + BR^{-3} + R^{-3}[(1 - 3x^2R^{-2})\xi\alpha' + 3xyR^{-2}(\xi\beta' + \eta\alpha') + \ldots].$$

U' et B sont deux quantités indépendantes de ξ, η, ζ, et la valeur de U' est

$$U' = M'\mu R^{-3}(\alpha x + \beta y + \gamma z).$$

M' est le moment magnétique du Soleil, et α', β', γ' sont les cosinus des angles que l'axe de ce moment fait avec les axes des coordonnées; ainsi l'on a

$$M' = \sqrt{(\Sigma\mu' x')^2 + (\Sigma\mu' y')^2 + (\Sigma\mu' z')^2}, \quad \Sigma\mu' x' = M'\alpha', \quad \Sigma\mu' y' = \ldots;$$

la quantité U' nous servira plus tard pour calculer le moment de rotation des forces appliquées à la planète. Je désignerai par $M\alpha\beta\gamma$ des quantités analogues aux précédentes, pour le moment magnétique de la planète et pour la direction de l'axe de ce moment. Dans le potentiel V, il y a autant de groupes de termes semblables à U qu'il existe de points magnétiques dans la planète. Pour former cette nouvelle somme, on remarquera que $\Sigma U' = 0$ puisque $\Sigma\mu = 0$, que pour la même raison $\Sigma B = 0$, et l'on a alors

$$V = MM'[\alpha\alpha' + \ldots - 3R^{-2}(\alpha x + \beta y + \gamma z)(\alpha' x + \beta' y + \gamma' z)].$$

» Je désigne par H le cosinus de l'angle que font entre eux les deux axes magnétiques et par h, h' ceux des angles que ces axes font avec la direction du rayon vecteur R, et j'ai pour le potentiel, pour les composantes X, Y, Z de la force motrice et pour la force accélératrice F, m étant la masse de la planète,

$$V = \frac{MM'}{R^3}(H - 3hh'),$$

$$X = \frac{3MM'}{R^4}[xR^{-1}(H - 5hh') + \alpha h' + \alpha' h], \quad Y = \ldots, \quad Z = \ldots,$$

$$F = \frac{3MM'}{mR^4}\sqrt{H^2 - 4hh' + 5h^2h'^2 + h^2 + h'^2}.$$

» C'est cette valeur de F que j'ai employée pour le calcul de la force accélératrice. V m'a servi pour le calcul de la variation des éléments de l'orbite. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La distribution de l'énergie dans le spectre solaire et la chlorophylle.* Note de M. C. TIMIRIAZEFF, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans une courte Note présentée à l'Académie en 1877, j'ai essayé de résumer les résultats de mes recherches sur la décomposition de l'acide carbonique, dans le spectre solaire, par les parties vertes des végétaux (¹). Ces expériences, dont j'ai donné depuis tous les détails dans les *Annales de Chimie et de Physique* (²), démontrent d'une manière évidente l'existence d'une relation intime entre l'absorption de la lumière par la chlorophylle et l'intensité du phénomène chimique produit : les deux courbes, celle de l'absorption et celle de la décomposition de l'acide carbonique, présentent une concordance aussi parfaite qu'on pouvait l'exiger de ce genre de recherches. Le phénomène qui se passe dans une feuille verte semble ainsi rentrer dans la loi de Herschel et présente même un des exemples les plus nets de son application (³).

» En désignant le résultat principal de mes expériences, je me suis permis d'avancer en même temps l'opinion que ce phénomène pouvait être considéré comme dépendant de l'énergie du rayonnement, mesurée par son effet sur la thermopile. En discutant ce sujet en détail dans les *Annales*, j'indiquais « qu'une étude directe de la distribution de la chaleur dans un » spectre des réseaux serait d'une haute importance pour la connaissance » intime du phénomène en question (⁴) », et j'arrivais à cette conclusion « qu'il serait prématuré d'énoncer une opinion quelconque sur le rapport » entre le phénomène en question et l'énergie du rayonnement, tant que » nous ne possédons pas de données précises sur cette dernière (⁵). »

» L'invention du bolomètre par M. Langley, suivie de près de ses remarquables recherches sur la distribution de l'énergie dans le spectre normal, vient combler cette lacune. La position du maximum d'énergie est définitivement fixée par M. Langley dans l'orangé, et précisément *dans la partie du spectre qui correspond à la bande caractéristique de la chlorophylle* (entre les lignes B et C) (⁶).

(1) *Comptes rendus*, 28 mai 1877.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XII, 1877.
(3) BERTHELOT, *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 414.
(4) *Loc. cit.*, p. 387.
(5) *Loc. cit.*, p. 396.
(6) *Comptes rendus*, 11 septembre 1882.

» Ce fait étant établi, nous sommes autorisés à admettre, comme étant parfaitement démontrée, l'existence de cette relation entre l'énergie du rayonnement et l'intensité du phénomène chimique que je me suis permis d'indiquer, dans ma précédente Communication, comme étant fort probable. Nous arrivons ainsi à ce curieux résultat que la chlorophylle peut être envisagée comme un absorbant spécialement adapté à l'absorption des rayons solaires possédant le maximum d'énergie, l'élaboration de cette curieuse substance par l'économie végétale devant être considérée comme un des exemples les plus frappants de l'adaptation des êtres organisés aux conditions du milieu ambiant.

» Je me propose de présenter à l'Académie, dans une prochaine Note, un court extrait des résultats obtenus dans une série de recherches poursuivies depuis quelques années dans le but de fixer le rapport *quantitatif* existant entre la quantité d'énergie solaire absorbée par la chlorophylle d'une feuille et celle qui est emmagasinée par suite du travail chimique produit. Je me bornerai, pour le moment, à indiquer un des résultats de ces expériences. La plante se trouvant dans les conditions les plus favorables pour la production du phénomène, jusqu'à 40 pour 100 de l'énergie solaire correspondant au faisceau de lumière absorbé par la bande caractéristique de la chlorophylle se trouvent être transformés en travail chimique. Partant de ce chiffre, l'organe chlorophyllien semblerait constituer un appareil de haute perfection, capable de transformer en travail utile jusqu'à 40 pour 100 de l'énergie absorbée. »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons du sulfite de manganèse avec les sulfites alcalins.* Note de M. **A. Gorgeu**, présentée par M. Cahours.

« Le sulfite de manganèse, placé dans des conditions favorables, s'unit facilement aux sulfites alcalins. J'ai pu obtenir, sous forme de cristaux très nets, les sels doubles suivants :

$$KO, SO^2 + MnO, SO^2, \quad KO, SO^2 + 2(MnO, SO^2),$$
$$AzH^3, HO, SO^2 + MnO, SO^2,$$
$$NaO, SO^2 + MnO, SO^2 + HO, \quad NaO, SO^2 + 4(MnO, SO^2).$$

» *Sulfites doubles de potasse et de manganèse.* — Pour préparer le premier sulfite double potassique, $KO, SO^2 + MnO, SO^2$, il faut saturer d'acide sulfureux une solution contenant 15 à 20 pour 100 de sulfite alcalin, y dissoudre 3 à 4 centièmes de sulfite de manganèse et abandonner le mélange

sous une cloche renfermant un absorbant de l'acide sulfureux. Avec le temps, le sel double se dépose sous forme de plaques hexagonales, à arêtes vives ou arrondies dérivant du troisième système cristallin.

» La liqueur mère de ces cristaux chauffée au bain-marie dépose ordinairement une nouvelle quantité du même sel double sous forme de prismes à six pans groupés en étoiles régulières; d'autres fois les cristaux qui apparaissent appartiennent à la seconde combinaison des deux sulfites,

$$KO, SO^2 + 2(MnO, SO^2) :$$

ce sont de longues et fines aiguilles à quatre pans qui dérivent probablement du prisme rhomboïdal droit ou du prisme oblique.

» M. Émile Bertrand, qui a bien voulu déterminer la forme des sels étudiés dans cette Note, n'a pu être plus affirmatif à l'égard du sel précédent, à cause de la ténuité de ses cristaux.

» *Propriétés.* — Les sulfites doubles potassiques présentent une couleur blanche faiblement rosée et s'oxydent d'autant plus vite à l'air que celui-ci est plus chargé d'humidité.

» Le sulfite double, $KO, SO^2 + MnO, SO^2$, est remarquable par la résistance qu'il oppose à l'action décomposante de l'eau, malgré la grande solubilité du sulfite de potasse qu'il renferme. On peut, en effet, laver ce sel double à l'eau froide sans altérer sa composition, et c'est à peine si, après vingt-quatre heures de contact, les arêtes des cristaux offrent des traces d'usure. L'eau bouillante n'agit elle-même que lentement.

» Soumis à l'action de la chaleur, les sulfites doubles potassiques se comportent comme le feraient des mélanges de sulfite alcalin et de sulfite manganeux; ils laissent au rouge, à l'abri de l'air, des sulfates mêlés de sulfures et de protoxyde de manganèse et, à l'air libre, des sulfates et de l'oxyde rouge cristallisé.

» Dans tous les cas, il y a dégagement d'acide sulfureux.

» Les sulfites doubles, soumis aux mêmes épreuves, donnent naissance à des produits semblables ou analogues.

» *Sulfite double d'ammoniaque et de manganèse.* — Ce sulfite double, $AzH^3, HO, SO^2 + MnOSO^2$, peut être préparé comme le sel de potasse correspondant, mais il vaut mieux chauffer au bain-marie le mélange des sulfites saturés d'acide sulfureux; les cristaux ainsi obtenus sont plus gros et plus nets.

» Ce sont des plaques hexagonales régulières, mélangées quelquefois de prismes à six pans croisés, à 60°.

» *Propriétés.* — Le sulfite double ammoniacal présente un bel éclat nacré, une résistance à l'oxydation beaucoup plus grande que les sels de potasse et de soude et peut supporter une température de 180° sans changer de poids, alors que le sulfite neutre d'ammoniaque se décompose déjà au-dessous de 60°.

» Deux lavages à l'eau froide ne lui ont enlevé que $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de sulfite alcalin.

» Calciné à l'abri de l'air, il dégage un peu d'ammoniaque d'abord, beaucoup de bisulfite ensuite et à la fin de l'acide sulfureux; le résidu est du protoxyde de manganèse contenant peu de sulfure. Lorsque la calcination se fait à l'air, il ne reste que de l'oxyde rouge pur.

» *Sulfites doubles de soude et de manganèse.* — Je n'ai pu réussir à combiner à froid le sulfite de soude avec le sulfite de manganèse; à chaud, au contraire, cette combinaison s'effectue aisément.

» Pour obtenir sûrement le premier sulfite double

$$NaO, SO^2 + MnOSO^2 + HO,$$

il faut verser une solution de chlorure manganeux renfermant 20 pour 100 de sel anhydre dans du sulfite de soude saturé à froid, contenant un peu de bisulfite et porté à 80° environ; lorsque le précipité ne se dissout plus que difficilement, on cesse d'ajouter le chlorure. Le mélange maintenu chaud ne tarde pas à déposer le sel double sous forme de prismes dérivant du cinquième système. Il faut avoir soin de le sécher encore chaud entre des plaques de porcelaine dégourdie, afin d'éviter l'action décomposante qu'exercerait sur lui son eau mère après refroidissement.

» En employant la même solution de sulfite de soude étendue de $0^{vol},5$ d'eau, on obtient à la même température un autre sulfite double bien cristallisé, anhydre, et dont la composition répond exactement à la formule $NaO, SO^2 + 4(MnO, SO^2)$.

» *Propriétés.* — Ce dernier est à peine altéré par l'eau froide; l'eau bouillante ne lui enlève, après trois lavages, que $\frac{1}{100}$ de sulfite sodique.

» L'action de l'eau sur le sulfite double $NaOSO^2 + MnOSO^2 + HO$ est singulière : tandis que l'eau bouillante n'altère pas sensiblement la forme des cristaux et ne lui enlève que $\frac{2}{100}$ de sel alcalin, l'eau froide, par un contact de quelques minutes, le dédouble complètement.

» On peut suivre cette action sous le microscope et voir les longs prismes disparaître, tandis qu'apparaissent et grossissent rapidement des cristaux très nets de sulfite de manganèse, $MnOSO^2 + 3HO$.

» Cette action de l'eau, identique à celle que ce liquide exerce à froid ou à chaud sur le sulfite de manganèse produit à 100°, $MnO, SO^2 + HO$, sel dont j'ai signalé récemment l'existence, me porte à croire que le sulfite double en question est une combinaison du sulfite de soude anhydre avec le sulfite de manganèse à un équivalent d'eau, et que la formule qui exprime la composition de ce sel double doit s'écrire comme il suit :

$$NaO SO^2 + (MnO, SO^2 + HO).$$

» Ce composé ne perd son eau de cristallisation qu'au delà de 150°. C'est à cette même température que le sulfite manganeux $MnO, SO^2 + HO$, commence à se déshydrater.

» *Mode d'analyse.* — Les sulfites doubles destinés aux analyses ont tous été recueillis imprégnés de leurs eaux mères et pressés entre des porcelaines dégourdies. Dans ces conditions, lorsque les cristaux sont très longs et atteignent un demi à 1 centième de millimètre d'épaisseur, la quantité d'eau mère qu'ils retiennent est insignifiante.

» L'acide sulfureux et l'oxygène absorbé pendant la dessiccation ont été déterminés par la méthode employée pour les sulfites de manganèse. Les autres éléments ont été dosés par les procédés ordinaires.

» Les résultats obtenus ont toujours été trouvés conformes, à quelques millièmes près, aux nombres théoriques exigés par les formules adoptées. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la silice hydraulique. Réponse à M.* Le Châtelier, par M. **Ed. Landrin.**

« Dans la séance de l'Académie du 22 janvier dernier, M. Le Châtelier a cru devoir rappeler quelques opinions éparses çà et là et sans aucun lien dans les travaux des différents auteurs qui se sont occupés, depuis le commencement de ce siècle, de l'étude des phénomènes hydrauliques. Cette question historique me paraissait assez connue pour ne pas y revenir; c'est le même sentiment qui m'avait empêché de faire remarquer à mon tour à M. Le Châtelier qu'avant ses recherches les auteurs les plus éminents, Vicat, Rivot, Chatonay, Winckler, Michaelis, M. Fremy et bien d'autres avaient constaté, dans les matériaux hydrauliques, la présence de la chaux libre, des silicates de chaux, des aluminates de chaux, voire même des aluminoferrites de chaux. Entre autres, dans son Traité, Michaelis attribue

à l'aluminoferrite hydraté la formule $3CaO, Al^2O^3(Fe^2O^3), 3H^2O$ et au silicate de chaux hydraté $2CaO, SiO^2 + 4H^2O$ [1].

» Mais je préfère ne pas insister plus longtemps sur cette revue rétrospective. Je le répète, dans la Note que j'ai présentée à l'Académie, j'ai voulu démontrer qu'il existe une variété de silice allotropique, spéciale, particulière, et dont le principal caractère est de faire prise hydraulique avec la chaux. J'ai insisté notamment sur les faits suivants, dont je persiste à revendiquer la priorité : 1° la silice hydraulique ne doit pas sa propriété à sa ténuité extrême, car la silice provenant de la préparation de l'acide hydrofluosilicique ne jouit pas des mêmes caractères; 2° cette silice, contrairement à l'opinion de Rivot, citée par M. Le Châtelier lui-même, peut être à la fois insoluble dans les acides et lentement attaquable par la chaux, cette attaque étant corrélative au durcissement définitif du mortier; 3° la silice hydraulique a la propriété de dépouiller l'eau de chaux, et c'est sa présence dans les pouzzolanes qui leur communique des propriétés similaires; enfin, je maintiens que cette silice, amorphe ou gélatineuse, soluble ou insoluble dans les acides, existe à l'état libre dans tous les composés hydrauliques et dans la chaux du Theil, que j'ai reproduite, pour ainsi dire, par synthèse [2].

» M. Le Châtelier prétend, au contraire, que le silicate de chaux, péridot calcaire, $SiO^3, 2CaO$, est la principale cause du durcissement des ciments et de la chaux du Theil. Le jour où M. Le Châtelier, plus heureux que M. Fremy, qui n'a jamais pu préparer de silicate de chaux faisant directement prise dans l'eau, aura préparé, en prenant pour point de départ du quartz ou une variété de silice autre que la silice hydraulique sous l'une des formes que j'ai signalées, ce silicate hydraulique avec des caractères cristallographiques nettement définis et faisant prise, en s'hydratant, comme le plâtre, je suis prêt à m'incliner et à reconnaître qu'il a raison.

» Ces faits bien établis, pour n'y plus revenir, je pense, pour que cette discussion soit réellement utile aux progrès de la science, qu'il ne nous reste plus, à M. Le Châtelier et à moi, qu'à publier la suite de nos expériences : l'Académie jugera. »

---

[1] M. Le Châtelier donne à ces composés les formules $2(Al, Fe)^2O^3, 3CaO$ et $SiO^2, 2CaO$; il n'a donc fait lui-même que constater, à nouveau, la présence des composés signalés par Michaelis.

[2] Je n'insiste pas sur la différence profonde qui existe entre cette expérience et celle de Berthier qui, en analysant la chaux de Senonches, y constate, sans ajouter aucun commentaire, la présence de silice soluble dans les alcalis.

CHIMIE. — *Sur les déplacements mutuels des bases dans les sels neutres, les systèmes restant homogènes.* Troisième Note de M. N. **Menschutkine**, présentée par M. Wurtz.

« Ayant à traiter dans cette Note du déplacement total de l'ammoniaque dans ses sels par les alcalis, je pourrais répéter ce que j'ai dit en parlant des déplacements de la triéthylamine, quant au principe de la méthode du dosage des sels ammoniacaux.

» Une solution aqueuse colorée par la phénolphtaléine et l'ammoniaque est complètement décolorée si l'on ajoute 3^{vol} d'alcool à 95° Tralles, et l'ammoniaque libre n'empêche pas la destruction du composé ammoniacal de la phénolphtaléine. Les alcalis et la baryte colorent, dès la première goutte, la solution décolorée par l'alcool.

» Les sels ammoniacaux, dans une solution alcoolique, se comportent en tout point envers les alcalis comme les sels de la triéthylamine. Si l'on ajoute de l'alcali, en présence de la phénolphtaléine, la coloration due à l'alcali ne paraît pas; donc il y a déplacement de l'ammoniaque et, quand celui-ci est achevé, la coloration du liquide apparaît. J'ai effectué ces dosages soit avec une solution titrée alcoolique de soude, soit avec une solution titrée aqueuse de potasse, dans les mêmes conditions que celles qui ont été indiquées pour le dosage des sels de la triéthylamine. J'ajouterai seulement que le dosage peut être contrôlé par l'acide chlorhydrique titré, dont la première goutte, dans un dosage correct, doit détruire la teinte due à l'alcali. Les sels ammoniacaux, le bromhydrate et le nitrate étaient cristallisés du sein de l'alcool; l'acétate était préparé avec l'acide acétique pur et l'ammoniaque alcoolique. Dans le Tableau suivant, qui résume les expériences, la quantité d'acide du sel ammoniacal est égale à 100 :

Déplacement de l'ammoniaque par les alcalis.

Bases.	NH^3HBr.	NH^3HNO^3.	$NH^3C^2H^4O^2$.
KHO..................	100,4	99,9	100,6
NaHO................	99,9	100,0	100,1

» Ce Tableau montre que le déplacement de l'ammoniaque par une quantité équivalente de la base est total, et le système reste homogène pendant l'expérience. La masse chimique d'ammoniaque n'exerce aucune influence; car, à la fin du dosage, la liqueur contient de plus en plus d'ammoniaque libre, et néanmoins le déplacement est total. Comme je l'ai dit

plus haut, la teinte qui paraît à la fin du dosage disparaît à la première goutte de l'acide chlorhydrique ajouté. Il s'ensuit que, dans ces conditions, malgré la grande quantité de l'ammoniaque libre, l'acide se combine exclusivement avec l'alcool. C'est une démonstration indirecte de la totalité du déplacement de l'ammoniaque.

» Si les conditions viennent à changer, en augmentant la quantité d'eau présente, le système restant homogène, le déplacement devient partiel, comme c'était le cas pour les sels de la triéthylamine. Les coefficients de partage des alcalis et de l'ammoniaque seront donnés quand leur détermination sera finie.

» En étudiant avec le calorimètre la réaction de la soude sur le chlorhydrate d'ammoniaque, M. Berthelot est arrivé à cette conclusion que le déplacement est total dans les solutions aqueuses très faibles. Je reviendrai sur cette expérience, quand je traiterai des déplacements partiels de l'ammoniaque.

» Les expériences faites sur l'action de l'alcoolate de baryum sur les sels ammoniacaux donnent les résultats suivants. L'alcool anhydre, traité par la baryte, comme l'a montré M. Berthelot, dissout beaucoup de cette substance et contient en solution l'alcoolate de baryum. Pour préparer une solution titrée de cette substance, la liqueur obtenue directement par l'action de la baryte sur l'alcool était diluée de 3^{vol} d'alcool anhydre. L'alcoolate de baryum donne une belle coloration avec la phénolphtaléine, dont on a fait usage pour déterminer le titre de l'alcoolate de baryum d'après une solution titrée d'acide chlorhydrique. La teinte jaunâtre de l'alcoolate n'influe pas sur l'appréciation du moment où prend fin la réaction.

» J'ai étudié l'action de l'alcoolate de baryum sur le bromure et l'azotate d'ammonium dans une solution alcoolique : avec le premier sel il y a déplacement total (l'expérience donne 100,3 pour 100), le système restant homogène pendant l'expérience. Avec l'azotate d'ammonium la réaction est plus compliquée. Prend-on une solution de ce sel dans l'alcool anhydre, la première goutte de l'alcoolate de baryum produit une coloration particulière due à l'alcali (il n'y a pas de déplacement). Presque aussitôt il se forme un précipité d'azotate de baryum, le liquide se décolore. En ajoutant de l'alcoolate, il se forme de nouveau de l'azotate de baryum et le déplacement de l'ammoniaque devient total (l'expérience a donné 99,5 pour 100 d'ammoniaque déplacée), grâce à l'insolubilité de l'azotate de baryum dans l'alcool. Par contre, si la solution d'azotate d'ammonium

est effectuée avec de l'alcool à 95° Tr., l'azotate de baryum ne se forme pas dès qu'on ajoute de l'alcoolate de baryum et le déplacement n'a pas lieu; la coloration due à la première goutte de l'alcoolate persiste au moins une demi-heure. En présence de l'eau, le cours de la réaction est différent. En ajoutant à 20^{cc} de la solution d'azotate d'ammonium dans l'alcool absolu 5^{cc} d'eau, le déplacement de l'ammoniaque est de nouveau total (car il se forme de l'hydrate de baryum), et le système est homogène (l'expérience donne 99,9 pour 100). Ajoute-t-on au même volume d'azotate d'ammonium 10^{cc} d'eau, le déplacement n'est que de 96,8 pour 100. L'action de l'alcoolate de baryum sur l'azotate d'ammonium présente un bel exemple de l'influence qu'exercent tantôt les conditions physiques, tantôt les conditions chimiques sur la totalité du déplacement de l'ammoniaque.

» L'alcoolate de baryum ne se prête pas à des expériences nombreuses; du jour au lendemain la solution brunit fortement, devient trouble; il se forme un dépôt et le titre s'abaisse fortement. Les expériences consignées plus haut ont été faites dans la même journée.

» Il m'a paru intéressant d'étudier comment se comportent les sels de méthylamine et d'éthylamine envers les alcalis, car leurs chaleurs de combinaison avec l'acide chlorhydrique sont très voisines. Les combinaisons de méthyl et d'éthylamine avec la phénolphtaléine sont décolorées par l'alcool. La soude alcoolique déplace ces bases, mais le déplacement n'est pas total : 94,4 pour 100 de la méthylamine sont déplacés, tandis que pour l'éthylamine le déplacement n'est que de 90,4 pour 100.

» Les méthodes de dosage de l'ammoniaque et des diverses bases décrites antérieurement peuvent être appliquées à l'étude des réactions dans lesquelles ces bases interviennent, ou bien dans lesquelles elles se forment. Je les ai appliquées à l'étude de la formation de l'acétanilide et je voudrais prendre date pour les appliquer à la recherche de la formation des amides, l'étude de la formation et de la décomposition de l'acétamide étant déjà considérablement avancée.

» Quant à la théorie de ces déplacements, je la discuterai lorsque j'aurai terminé l'étude des déplacements partiels de ces bases. »

PHYSIOLOGIE. — *Les microbes des poissons marins.* Note de MM. **L. Olivier** et **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons cherché à vérifier et à compléter différents faits que l'un de nous avait observés sur des poissons de la Méditerranée [1]. Nous avons institué nos expériences, au Havre, sur divers poissons de la Manche. La création récente, dans cette ville, d'une station maritime de Physiologie, dépendant de la Sorbonne, nous a permis de faire nos recherches dans des conditions aussi avantageuses que dans les laboratoires les mieux aménagés de Paris.

» Nous avons d'abord constaté que, chez les animaux marins, s'observe le parasitisme végétal, comme chez les animaux terrestres. Chez les poissons de mer, de même que chez les Vertébrés terrestres, il y a, dans le tube digestif, des bactériens qui sont mélangés aux liquides alimentaires.

» Mais nous avons surtout dirigé nos investigations sur la présence de ces mêmes bactériens dans les liquides cavitaires et dans les tissus de l'organisme vivant. Il y a là une question très controversée, qui ne laisse pas que d'être importante pour la théorie générale du parasitisme, et qu'on n'a jamais, pensons-nous, cherché à résoudre par l'examen direct des animaux marins.

» Or nous pouvons maintenant affirmer que chez *tous* les poissons examinés par nous à cet effet, il y a, dans le liquide péritonéal, dans la lymphe, dans le sang, et par conséquent dans les tissus, des microbes plus ou moins nombreux, ayant tous les caractères des microbes terrestres et se reproduisant comme eux.

» Voici sur quoi nous nous appuyons :

» 1° Observations directes. — Les poissons vivants, aussitôt après la pêche, étaient ouverts, et leur liquide péritonéal, leur sang, etc., recueillis avec les précautions nécessaires, étaient examinés au microscope. Nos recherches ont porté sur : Congres, Scorpènes, Limandes, Roussettes, Girelles, Squales, Vieilles, Merlans, Athérina, Rougets et nombreuses Équilles. Chez un seul poisson (une Roussette), nous n'avons pu, par l'examen microscopique, découvrir de microbes [2]. Nous n'en avons pas pu

---

(1) Ch. Richet, *Microbes des poissons marins* (*Bulletin de la Société de Biologie*, novembre 1882).

(2) Les cultures dont nous parlons plus loin en ont pu cependant déceler la présence.

trouver dans le sang d'un Congre (1). Sauf ces deux cas, toutes les parties de l'organisme des poissons examinés directement présentaient quantités de bactéries. C'est surtout dans le liquide péritonéal que ces parasites sont nombreux, à ce point qu'il est quelquefois difficile de les compter dans le champ du microscope. Ils sont bien moins abondants dans le sang que dans la lymphe, et parfois il faut quelque attention pour les voir.

» Le plus souvent, ces bactéries sont des *Bacillus*, longs ou courts, généralement effilés et terminés en fuseaux, animés de petits mouvements oscillatoires. Ils se colorent par le picrocarminate d'ammoniaque et les couleurs d'aniline. Quelques-uns présentent des spores, soit au milieu, soit à l'extrémité du bâtonnet. Souvent des spores, devenues libres, nageaient à côté des bâtonnets.

» La démonstration tirée d'une observation directe immédiate nous paraît formelle; car elle ne comporte pas de cause d'erreur qui ne soit très facile à éviter. Au contraire, les expériences entreprises pour corroborer les observations sont passibles de quelques objections. Toutefois nous avons cherché à nous prémunir contre toute erreur.

» 2° Expériences. — *a. Expériences de culture.* — Les divers liquides de culture (peptones, bouillons de poisson, bouillons de poulpe) étaient placés dans des matras Pasteur et stérilisés à l'étuve. Nous y avons introduit, à l'aide de pipettes également stérilisées, de minimes quantités de sang ou de lymphe, ou de liquide péricardique, etc., pris sur les poissons vivants qui, pêchés récemment, étaient ouverts avec des instruments rougis à la flamme Bunsen. Soixante expériences, effectuées dans ces conditions, ont confirmé les résultats de l'observation directe; car, dans ces soixante expériences, nous avons constaté que les diverses parties de l'organisme des poissons renfermaient des germes qui se développaient dans nos ballons.

» Les organismes révélés par les cultures ont été, en grande majorité, des *Bacillus*, en général uni- ou bicellulaires, parfois multicellulaires et fusiformes. Dans quelques cas, la culture a donné des sphères hyalines paraissant mobiles, plus grosses que les spores des bâtonnets, d'un aspect différent des formes communes et distinctes aussi des psoro-spermies.

» Dans les liquides où nous avions observé des *Bacillus*, il nous est arrivé de ne plus les retrouver au bout de quelques semaines. Il ne restait plus

(1) Le liquide lymphatique de ce Congre contenait beaucoup de microbes.

que leurs spores. Celles-ci, ensemencées de nouveau, ont produit des *Bacillus* semblables aux premiers.

» Notons que l'ensemencement comparatif de nos liquides par les germes atmosphériques a donné des *Bacillus* moins effilés et beaucoup plus agiles.

» *b. Expériences d'occlusion.* — Nous avons plongé dans la paraffine, fondue à 120° et à 140°, tantôt des poissons tout entiers avec tube digestif, tantôt des fragments de poissons, sans tube digestif, tantôt des parties profondes du corps, sectionnées avec des instruments rougis. Après solidification, la paraffine était enduite de plusieurs couches de collodion et de baume de Canada. Les tissus ainsi protégés contre l'ensemencement atmosphérique ont tous, sans une seule exception, présenté, au bout de plusieurs semaines, un développement extrême de microbes. Ces microbes, tout à fait comparables à ceux que l'observation directe et les cultures nous avaient montrés, ne sont pas les microbes de la putréfaction; car les chairs de poissons ainsi conservées, malgré le fourmillement des organismes, n'avaient aucune odeur fétide ([1]).

« Un Congre très vivant, venant d'être pêché, fut tué par l'éther et ouvert avec des ciseaux rougis. Son foie, coupé avec des ciseaux rougis, fut rapidement plongé dans de la paraffine fondue à 140°. La paraffine, qui formait, après solidification, une couche épaisse de plusieurs centimètres tout autour de ce fragment de tissu, fut recouverte de collodion et de baume de Canada. Trois semaines après, le foie contenait des myriades de petits *Bacillus* courts et mobiles ; mais il avait encore l'odeur du poisson frais. »

» Exposés aux germes de l'air, après une occlusion de plusieurs semaines dans la paraffine, les tissus se sont corrompus en exhalant une odeur putride. Toutefois la putréfaction ne s'est développée alors qu'avec une extrême lenteur.

» En résumé, ces recherches, qui, soit près de la Méditerranée, soit près de la Manche, ont porté sur cent cinquante poissons environ, divers de genre et d'espèce, permettent de généraliser le fait du parasitisme végétal chez les poissons, fait tellement constant qu'il nous est difficile de ne pas le considérer comme normal. Nous avons établi que, chez les poissons, des microbes existent dans le sang et dans la lymphe, contrairement à ce qui est admis pour les autres Vertébrés. Nous nous proposons de rechercher le mode de pénétration de ces parasites et leur influence sur les fonctions vitales. »

([1]) Ces organismes, après culture, ont pu être injectés dans le péritoine d'un cobaye et dans les muscles d'un autre cobaye, sans provoquer le moindre accident.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le temps de réaction des sensations olfactives.* Note de M. **Beaunis.** (Extrait.)

« On sait qu'on a donné le nom de *temps physiologique*, ou *temps de réaction*, au temps qui s'écoule entre le moment où se produit l'excitation sensitive et le moment où la personne en expérience indique, par un signal, qu'elle a perçu la sensation. La durée du temps de réaction a été mesurée pour les excitations auditives, tactiles, visuelles, gustatives. Jusqu'ici aucune recherche de ce genre n'a été faite pour les excitations olfactives : c'est cette lacune que j'ai essayé de combler.

» Toutes les expériences ont été faites sur moi-même, dans le Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Nancy, pendant les mois de décembre 1882 et janvier 1883.

» Voici, en centièmes de seconde, la durée moyenne du temps de réaction, pour les substances qui ont été expérimentées.

	Centièmes de seconde.
Ammoniaque	37
Acide acétique	46
Camphre	50
Assa fœtida	52
Sulfure ammonique	54
Chloroforme	56
Sulfure de carbone	59
Valériane	60
Menthe	63
Acide phénique	67

» Pour le musc, il m'a été impossible, malgré mes tentatives réitérées, de préciser nettement le moment de la perception olfactive.

» Les chiffres précédents montrent que le temps de réaction des sensations olfactives est plus long que celui des sensations tactiles, visuelles et auditives. Chez moi, il est plus court que celui des sensations tactiles (1). »

(1) Lorsque j'ai rédigé cette Note, je croyais qu'il n'avait été fait encore aucune recherche sur le sujet dont il s'agit. Je viens de recevoir de M. le Dr Buccola, de Turin, une brochure extraite de l'*Archivio italiano per le malatie nervose* (fasc. VI, 1882) et datée du mois de décembre dernier. Dans ce travail, dont aucune analyse n'a paru, à ma connaissance, dans les recueils français ou étrangers, M. Buccola est arrivé, avec des moyens instrumentaux différents et en employant d'autres substances, à des résultats qui concordent, sur la plupart des points, avec ceux que j'ai obtenus.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des plantes aquatiques ou des plantes aquatico-aériennes submergées*; par M. A. BARTHÉLEMY.

« Dans un travail qui date déjà de plusieurs années (¹), j'ai fait voir que les plantes aquatiques dans les conditions normales ne rejettent pas de gaz au soleil : c'est seulement dans des circonstances accidentelles qu'on peut voir se dégager des bulles gazeuses, qui n'ont aucun rapport avec l'acte respiratoire et dont le nombre ne pourrait servir de mesure à l'énergie respiratoire. J'ai poursuivi ces recherches, et je suis arrivé à des résultats que je demande à l'Académie la permission de résumer :

» 1° *Plantes aquatiques.* — Les plantes complètement aquatiques, placées dans une cloche contenant une certaine quantité d'air, absorbent peu à peu l'oxygène et font une véritable analyse volumétrique de ce gaz.

» 2° *Plantes aquatico-aériennes, submergées dans l'eau chargée d'acide carbonique.* — Des Nymphéacées, végétant dans une cuve profonde, donnent des feuilles submergées qui contiennent des gaz puisés par les racines et circulant dans des canaux spéciaux. L'une de ces feuilles a été *arrosée* d'eau chargée d'acide carbonique, à l'aide d'un entonnoir immergé et communiquant avec un réservoir d'eau gazeuse : la feuille n'a point rejeté d'oxygène; mais, au bout de plusieurs jours, elle est devenue jaune et transparente et a cessé de croître; les tissus intérieurs présentent des modifications remarquables.

» 3° *Feuilles aériennes, submergées dans l'eau chargée d'acide carbonique.* — Une feuille de Nymphea, dont le pétiole pénètre sous une cloche, est exposée au Soleil dans l'eau chargée d'acide carbonique : elle produit un remarquable dégagement d'oxygène, d'abord mélangé d'azote, puis très pur et complètement absorbable par le phosphore.

» Le dégagement, d'abord abondant, cesse au bout de deux ou trois jours; dans les circonstances les plus favorables, il peut donner jusqu'à 1^{lit} au bout de trois heures d'exposition au soleil. Le dégagement augmente avec la température de l'eau, jusqu'à un maximum qui ne dépasse pas 35°. Des déchirures pratiquées sur la surface épidermique arrêtent le dégagement, la solution d'acide carbonique tuant le protoplasma vert.

» Si l'on réunit les pétioles de deux feuilles par un tube de caoutchouc

(¹) *Comptes rendus*, 1877, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1878.

et qu'on les plonge dans l'eau gazeuse, il n'y a plus de dégagement d'oxygène.

» Je crois pouvoir conclure de mes expériences que la dissociation de l'hydrate d'acide carbonique par les plantes submergées s'arrête à une tension déterminée, dans une feuille normalement fixée à la tige, et que l'oxygène circule dans les méats et est absorbé peu à peu, tandis que le produit amylacé ou cellulosique s'organise de son côté. Le dégagement devient continu, au contraire, dans la feuille détachée et canalisée, qui agit comme une cornue munie d'un tube de dégagement.

» Il me paraît évident que l'hydrate carbonique doit pénétrer par la surface cuticulaire, l'existence d'une couche d'air à la surface de la feuille ne pouvant pas être démontrée pour les Nymphéacées et des ouvertures accidentelles arrêtant le phénomène.

» Je ferai remarquer, de plus, que le dégagement présente toutes les allures d'une *véritable fermentation*. Des organismes élémentaires pourvus de chlorophylle et *exodynames* reçoivent à travers la cuticule l'hydrate d'acide carbonique ou peut-être un polymère : à l'aide de la lumière, ces *éléments exodynames* dissocient l'acide carbonique hydraté en matière cellulosique et en oxygène. Cette assimilation de la fonction chlorophyllienne à la fermentation est encore justifiée par l'étude de la respiration des organismes verts élémentaires et, en particulier, de l'*Euglena viridis*.

» Les feuilles de *Nelumbium* se conduisent tout autrement que celles des Nymphéacées. Ces feuilles retiennent une forte couche d'air condensée, grâce aux papilles cuticulaires dont leur surface est pourvue, de sorte que la dissolution carbonique n'est pas en contact avec la cuticule; aussi, aucun dégagement ne se produit par le pétiole, qui est cependant fortement canalisé; mais de grosses bulles gazeuses s'étendent à la surface de la feuille et se dégagent, après avoir tracé un sillon argenté le long de la couche d'air.

» Deux feuilles de *Nelumbium* ont été réunies par un tube de caoutchouc et placées, l'une au soleil et l'autre à l'ombre; cette dernière n'a point laissé échapper de gaz, contrairement à la théorie de la thermo-diffusion, lorsque la pression extérieure est la même. Si l'on frotte la feuille sous l'eau avec une brosse douce, la couche d'air se dégage et l'on peut obtenir alors un dégagement d'oxygène par le pétiole.

» Les Pontédériacées, dont les appareils de diffusion intérieure sont des chambres cloisonnées et dont les cloisons sont garnies de méats, ne donnent

aussi qu'un faible dégagement, soit par le pétiole, soit par la surface du limbe.

» Enfin, j'ai pu faire végéter, dans l'eau *distillée* et dans des appareils complètement fermés, des jacinthes, tulipes, colchiques, etc., par une méthode spéciale dans laquelle l'oignon n'est point en contact avec le liquide et n'est arrosé que de temps en temps. Dans ces conditions, la plante ne rejette pas de gaz, bien que la végétation et la floraison soient souvent très belles; la nutrition doit ici se faire par les réserves accumulées dans l'oignon, puisque les parties vertes ne reçoivent pas d'acide carbonique.

» Les études dont je viens de donner un aperçu m'ont permis de conclure que les expériences que l'on donne aujourd'hui pour preuve et pour mesure de la fonction chlorophyllienne ne sont que des phénomènes exceptionnels, provoqués par le mode d'expérimentation; dans les conditions normales, la respiration spéciale des organes verts ne peut avoir l'importance cosmique qu'on lui attribue. »

BOTANIQUE. — *Note sur la nature morphologique des rameaux aériens des* Psilotum *adultes.* Note de M. **C.-Eg. Bertrand**, présentée par M. Duchartre.

« Bien que très semblables en apparence, les rameaux aériens des *Psilotum* adultes ont des valeurs morphologiques très différentes. On peut y distinguer :

» 1° Des rameaux aériens de premier ordre dits *rameaux-souches* ou *cladodes-souches;*

» 2° Des rameaux aériens de 2ième, 3ième,..., $n$ième ordre ou *cladodes* de 2ième, 3ième,..., $n$ième ordre;

» 3° Des rameaux terminaux ou *cladodes terminaux;*

» 4° Des *branches simples aériennes;*

» 5° Des rameaux sporangifères ou *cladodes sporangifères.*

» Les rameaux-souches résultent du développement de la partie antérieure des cladodes aériens de la griffe. Ils sont caractérisés par un cône végétatif à plusieurs centres de formation qui produit à sa périphérie des *appendices très grêles.* Ces appendices ou frondes sont dispersés ultérieurement parce que les régions intranodales qui les séparent sont le siège d'un grand accroissement intercalaire longitudinal. La surface des rameaux-souches est lisse, verte et couverte de stomates supérieurement, blanche,

sans stomates inférieurement. Cette surface présente des crêtes obtuses le long desquelles sont localisées les frondes.

» Les frondes sont solitaires. Toutes ensemble paraissent disposées sur une hélice irrégulière dextre. Sur les cladodes-souches à développement sympodique, les sommets des branches faibles du cladode sont indiqués par deux frondes contiguës, coalescentes à leur base. Le cône végétatif des cladodes-souches se bifurque de très bonne heure, avant l'accroissement intercalaire de ses régions intra-nodales antérieures.

» Les branches de bifurcation des cladodes-souches sont les rameaux de second ordre. Ceux-ci sont encore des cladodes aériens, leur cône végétatif ayant tous les caractères des cônes végétatifs antérieurs des cladodes-souches. L'élongation des cladodes de second ordre se fait de la même manière que l'élongation de la partie antérieure des cladodes-souches. La surface des rameaux de second ordre est semblable à la surface de la partie antérieure des cladodes-souches, le nombre de ses crêtes obtuses étant moindre ou au plus égal à celui du cladode-souche.

» Les crêtes du cladode-souche se continuent sur ses rameaux de second ordre. Le cône végétatif des cladodes de second ordre se bifurque de très bonne heure avant toute élongation intercalaire. Les branches de bifurcation des rameaux de second ordre sont les rameaux de troisième ordre. On répéterait pour les rameaux d'ordre 3 ce que j'ai dit pour les rameaux d'ordre 2 en changeant 2 en 3 et 1 en 2. On pourrait continuer ainsi de 3 jusqu'à *n*. Plus l'ordre d'un rameau aérien est élevé, plus son développement régulier tend à devenir sympodique. La section transversale des rameaux aériens d'ordre un peu élevé est triquètre chez le *Ps. triquetrum*, irrégulièrement elliptique aplatie chez les *Ps. flaccidum, complanatum*.

» Les rameaux aériens terminaux sont des cladodes aériens d'ordre quelconque dont le cône végétatif s'est éteint.

» Quand l'extrémité de quelques branches simples constituantes d'un cladode aérien à développement sympodique s'allonge au delà du point où elles se séparent de ce cladode, il en résulte, le long de ce cladode aérien, de petites branches simples aériennes. Ces branches simples aériennes sont caractérisées par un cône végétatif à un seul centre de formation qui s'éteint de très bonne heure, après avoir produit quelques petites frondes. Lorsqu'une branche simple aérienne porte plus de deux frondes, ces frondes y sont distribuées comme chez les Sélaginelles, savoir : une est antérieure droite, une autre est postérieure gauche, une autre est antérieure gauche, une quatrième postérieure droite. Je n'ai jamais vu plus

de quatre frondes sur une branche aérienne simple. Lorsque, comme c'est le cas ordinaire, la face antérieure de la branche simple demeure coalescente avec la surface du cladode support, les frondes antérieures font défaut. Il ne reste plus des appendices de la partie libre de la branche simple que ses deux frondes postérieures, rendues contiguës et coalescentes à leur base. Entre ces deux frondes contiguës coalescentes et la surface du cladode on trouvera toujours un cône végétatif éteint.

» Les rameaux sporangifères ne sont autre chose que des cladodes aériens à développement sympodique, qui portent des sporanges. Un sporange de *Psilotum* résulte de la transformation du sommet d'une branche simple aérienne, qui vient émerger sur les flancs d'un cladode sporangifère. L'appareil sporangial des *Psilotum* comprend donc en définitive : 1° un cladode sporangifère qui sert de support commun à plusieurs sporanges; 2° un certain nombre de pédicelles très courts dont chacun représente une branche simple aérienne. Chaque pédicelle porte un sporange triloculaire et deux frondes sporangiales contiguës coalescentes à leur base. Des trois loges d'un sporange de *Psilotum* deux sont latérales, la troisième est médiane; toutes trois s'ouvrent par une fente supérieure médiane. Ces trois fentes convergent au sommet du sporange. Les sporanges des *Psilotum* diffèrent donc de tous les sporanges des autres Cryptogames vasculaires par leur forme et par leur position.

» Les rameaux aériens des *Psilotum* ne portent pas de racine. Il ne s'y produit jamais de bourgeon adventif endogène ou exogène. Si l'on essaye de bouturer la plante au moyen de ses rameaux aériens, ceux-ci meurent sans reprendre. »

MÉTÉOROLOGIE AGRICOLE. — *Influence de la température sur la production du blé.* Note de M. **Duchaussoy**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Le n° 24 (11 décembre 1882) des *Comptes rendus* renferme une Note intéressante de M. Eugène Risler sur la végétation du blé. Cette Note prouve certainement l'influence de la température, puisque, d'après M. Risler, *les deux plus fortes récoltes,* 34^{hlit} *à l'hectare en* 1868-1869 *et* 36^{hlit} *en* 1873-1874, *correspondent aux plus fortes sommes de température,* 2214° *et* 2317°.

» Je suis arrivé aux mêmes conclusions par une méthode différente,

comme je l'ai indiqué dans une brochure intitulée : *La Météorologie à Bourges, d'après quinze ans d'observations.*

» Le Tableau ci-dessous donne pour dix années (1872-1881) le rendement en blé dans le département du Cher, et la température moyenne du printemps et de l'été; ces années sont placées dans l'ordre décroissant du rendement.

		Température moyenne	
Années.	Rendement moyen du Cher.	du printemps.	de l'été.
	hlit.	°	°
1874............	18,5	11,1	20,1
1875............	15,8	12,0	19,7
1872............	15,7	11,3	19,7
1877............	15	9,1	18,4
1876............	14,3	10,6	20,8
1878............	14	10,8	18,3
1881............	14	8,8	18,2
1879............	12,1	7,1	17,6
1873............	9,7	10,8	21,3
1881............	8,3	8,5	18,1

» En exceptant les années 1876 et 1873, l'influence de la température sur le rendement du blé est manifeste; l'échelle descendante du rendement est à peu près celle de la température moyenne de l'été. Cette influence se voit encore mieux si l'on dispose les années en séries, de la manière suivante :

			Température moyenne.	
	Première série :	Hectolitres.	Printemps.	Été.
1874. 1875. 1872.	Rendement moyen.......	16,7	11°,5	19°,3
	Deuxième série :			
1877. 1876. 1878.	Rendement moyen.......	14,4	10,2	19,2
	Troisième série :			
1881. 1879. 1873.	Rendement moyen... ...	11,9	8,9	19
1880.	Rendement à l'hectare...	8,3	8,5	18,1

» Le faible rendement de l'année 1873, qui a une température estivale de 21°,3, est dû certainement à la sécheresse de l'été. En juillet, on n'a eu

que 25^{mm} de pluie au lieu de 57^{mm}, et 21^{mm} en août au lieu de 54^{mm}. L'exception concernant l'année 1876 s'explique également : il n'y a eu que trois jours de pluie en juillet, n'ayant donné que 12^{mm},5 d'eau. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la différence des pressions barométriques en deux points d'une même verticale;* par M. J. JAMIN.

« Les observations barométriques faites en 1832 par Kaemtz, entre Zurich, le Righi et le Faulhorn, ont fait voir que la différence des pressions entre deux points superposés varie avec les saisons; qu'elle atteint son maximum en été, son minimum en hiver. Depuis cette époque, un double observatoire a été créé par M. Alluard au sommet et à la base du puy de Dôme, et des observations barométriques régulières y ont été exécutées six fois par jour sans interruption depuis plus de quatre ans : elles méritent toute confiance. J'ai voulu savoir si le fait annoncé par Kaemtz se reproduit chaque année au puy de Dôme, et j'ai calculé les mesures exécutées par M. Alluard. On les retrouve en effet avec une parfaite régularité non seulement pour les diverses saisons, mais aussi pour les diverses heures du jour, avec ce caractère constant que les différences entre les pressions observées à la base et au sommet diminuent quand la température augmente et augmentent toutes les fois qu'elle décroît, de

sorte qu'il y a, chaque année et chaque jour, un maximum au solstice d'été et à 3^h, et un minimum au solstice d'hiver et au moment du lever du Soleil. Voici les résultats obtenus en 1880 :

Différences des pressions au sommet et à la base du puy de Dôme. — Année 1880.

	6h.		9h.		12h.		3h.		6h.		9h.	
	Obs.	Calc. à zéro et à 760mm.	Obs.	Calc. à zéro et à 760mm.	Obs.	Calc. à zéro et à 760mm.	Obs.	Calc. à zéro et à 760mm.	Obs.	Calc. à zéro et à 760mm.	Obs.	Calc. à zéro et à 760mm
Janvier.....	93,45	101,5	93,29	101,8	93,07	102,5	92,86	102,6	93,07	101,7	93,31	101,6
Février	91,48	103,5	91,24	102,6	90,98	102,5	90,79	103,8	91,11	102,7	91,28	102,4
Mars.......	90,67	102,0	90,42	103,0	89,77	103,7	89,34	103,6	89,69	102,8	90,09	102,3
Avril	90,57	102,8	90,52	103,5	89,97	103,5	89,76	103,6	88,90	103,4	90,21	102,9
Mai........	89,89	102,9	89,49	103,5	89,14	104,1	88,71	103,5	88,75	103,0	89,30	102,7
Juin.......	89,26	102,9	88,86	103,3	88,63	104,1	88,43	103,5	88,55	103,0	88,56	102,7
Juillet	87,77	102,7	87,45	103,4	86,88	103,7	86,63	103,7	86,69	103,4	87,20	102,5
Août......	87,95	102,2	87,69	103,3	86,93	103,2	87,02	103,5	87,17	102,4	87,47	102,5
Septembre .	88,71	103,8	88,45	103,1	88,05	103,7	87,69	104,4	87,98	103,0	88,39	102,6
Octobre....	89,47	102,6	89,46	103,3	88,96	103,4	88,73	103,4	88,96	102,7	89,28	102,8
Novembre..	91,61	102,5	91,46	102,7	91,33	103,3	91,19	102,0	91,47	102,7	91,55	102,7
Décembre..	91,58	102,9	91,67	103,2	91,57	103,6	91,47	103,6	91,54	103,1	91,64	102,8

» Les mêmes variations se retrouvent au pic du Midi, dans le centre de l'Afrique, sans nul doute dans tous les pays du monde; dès lors elles dépendent d'une cause générale qu'il n'est pas difficile de constater ni de calculer, c'est la température.

» Chaque couche de l'atmosphère absorbant pendant le jour une portion des rayons solaires s'échauffe et se dilate, l'ensemble s'élève et se gonfle comme un ballon; c'est au moment du maximum d'échauffement que cette poussée est le plus marquée : elle commence au lever du soleil, augmente jusqu'à 3^h pour diminuer ensuite; alors les couches d'air s'affaissent et leur épaisseur totale décroît jusqu'au moment du lever solaire suivant. Ce gonflement et la dépression qui lui succède se font à la fois sur tous les points d'un même méridien; peu sensibles vers les pôles, ils s'exagèrent et deviennent considérables à mesure qu'on s'approche du point où le Soleil est vertical à midi, à cause des grandes variations de la température. Pour avoir une idée de leur importance, il suffit de remarquer qu'au pic du Midi les différences diurnes de température atteignent jusqu'à 12° dans un jour d'été et que la couche atmosphérique, épaisse en ce lieu de 2336^m, se dilate de $2366 \times 0{,}00366 \times 12$, ce qui équivaut à 105^m environ. L'effet est encore plus marqué de l'été à l'hiver; la tem-

pérature moyenne variant d'environ 22°, le boursoufflement atteint 190^{m}. Si pour une si faible altitude il se produit de pareilles oscillations, on peut admettre qu'elles sont bien autrement considérables pour l'atmosphère entière, et l'on est conduit à reconnaître un phénomène dont le rôle est considérable : un gonflement de l'atmosphère pendant l'été, un affaissement pendant l'hiver, et chaque jour, à 3^{h}, tout le long du méridien éclairé, une crête, une sorte de côte continue, très élevée en son milieu, plus basse vers les pôles; puis, comme l'échauffement se déplace avec le Soleil, c'est une véritable marée atmosphérique, une vague roulant sur le globe qu'elle parcourt en vingt-quatre heures.

» Si ces dilatations et ces contractions se faisaient exclusivement dans le sens vertical et si la pesanteur ne variait pas avec l'altitude, il n'en résulterait aucun changement de pression, parce que les couches superposées se dilateraient sans changer de poids; il n'en est pas tout à fait ainsi; les dilatations se font dans tous les sens. Il en résulte des courants intérieurs des déplacements latéraux; le tout se complique encore des diminutions de poids que les couches atmosphériques éprouvent quand elles montent. De là résultent les variations horaires du baromètre : deux minima à la plus grande et à la plus petite chaleur du jour avec des maxima intermédiaires, variations plus marquées vers l'équateur, plus faibles vers les pôles, toujours très petites, seuls indices d'un grand phénomène, d'une grande variation dans la hauteur de l'atmosphère, dont elles ne font comprendre ni l'étendue, ni la grande importance. C'est un phénomène compliqué, qui varie avec la latitude, l'altitude et la saison, et dont les lois sont encore peu connues.

» Mais tout se simplifie si, au lieu de l'atmosphère entière, on se borne à considérer deux stations sur la même verticale, à des altitudes différentes, comme au Puy-de-Dôme et à Clermont. La différence $H - h$ des pressions qu'on y observe mesure la pression exercée en bas par la couche intermédiaire seule. On élimine ainsi les assises supérieures de l'atmosphère et toutes les variations de leur niveau pour ne considérer qu'une calotte relativement mince dont l'épaisseur est invariable, le volume constant et dont le poids, proportionnel à $H - h$, doit diminuer quand la température augmente. On voit, en effet, par le Tableau précédent, que $H - h$ varie très régulièrement chaque jour et pendant l'année entière, diminuant jusqu'à 3^{h} après midi, augmentant ensuite jusqu'au lever du soleil et croissant du solstice d'été au solstice d'hiver.

» Cette explication générale ne suffit pas : on peut aller plus loin, cal-

culer approximativement les variations que $H - h$ doit éprouver par les changements de température, de pression et d'état hygrométrique; pour cela, on admettra que, dans toute l'épaisseur de la couche, la température, la pression et la force élastique f sont invariables et égales aux moyennes des observations faites au sommet et à la base, et que la densité en chaque point est

$$d = \frac{d_0}{760} \frac{\frac{H+h}{2} - \frac{3}{8} f}{1 + \alpha \frac{T+t}{2}},$$

et, puisque $H - h$ doit être proportionnel à cette densité, le quotient de $H - h$ par d exprimera la pression C qu'exercerait la couche intermédiaire si elle était partout à la pression 760^{mm} et à la température de $0°$; ce quotient est

$$(\alpha) \qquad 760 \frac{H - h}{\frac{H+h}{2} - \frac{3}{8} f}\left(1 + \alpha \frac{T+t}{2}\right) = C$$

ou, approximativement,

$$(\beta) \qquad 2 \times 760 \frac{H-h}{H+h}\left[1 + \frac{3f}{4(H-h)}\right]\left[1 + \frac{2(T+t)}{1000}\right] = C;$$

on pourra, sans erreur appréciable, négliger le terme en f et écrire

$$1520 \frac{H-h}{H+h}\left[1 + \frac{2(T+t)}{1000}\right] = C.$$

» On peut voir que les valeurs de C, calculées dans le Tableau précédent, sont sensiblement constantes pour chaque mois. Elles le sont également pour chaque jour et à toute heure, malgré les pluies, les vents, les nuages et tous les accidents qui surviennent, et l'équation (β) est une relation toujours vérifiée entre les observations faites au sommet et à la base d'une montagne.

» H et h variant toujours dans le même sens, et presque proportionnellement, le calcul prouve également la constance de l'expression

$$\frac{H-h}{h}\left[1 + \frac{2(T+t)}{1000}\right].$$

» Il faut démontrer maintenant que cette pression de la couche d'air inférieure doit, en effet, être constante, ramenée à 0 et à 760^{mm}; pour cela,

il faut se rappeler que la densité des couches décroît en progression géométrique pour des altitudes croissant en progression arithmétique, et que l'on a, en appelant x l'altitude,

$$\frac{H}{h} = e^{\frac{x}{\alpha}} = 1 + \frac{x}{\alpha} + \frac{x^2}{1.2\alpha^2} + \ldots$$

» C'est une autre expression de la formule barométrique dans laquelle α est une quantité très grande qui est

$$\alpha = 18405(1 + 0,00260 \cos 2\lambda)\left[1 + \frac{\alpha(T+t)}{2}\right];$$

le coefficient α étant très grand, on peut se contenter des deux premiers termes de la série et écrire

$$\frac{H-h}{h}\left[1 + \frac{\alpha(T+t)}{2}\right] = \frac{x}{18405(1 + 00260 \cos 2\lambda)};$$

le premier membre doit donc être sensiblement invariable. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les chromates*; par M. **Berthelot.**

« 1. J'ai été conduit à reprendre l'étude des chromates alcalins, au point de vue de leur chaleur de formation depuis les bases génératrices. Cette donnée joue un rôle capital dans la statique chimique; elle met en évidence et elle explique la formation prépondérante du bichromate de potasse, qui est l'une des réactions essentielles dans la fabrication industrielle des chromates.

» Je vais examiner les sujets suivants : 1° chaleur de dissolution des bichromates de potasse et d'ammoniaque et de l'acide chlorochromique; 2° chaleur de neutralisation de l'acide chromique par la potasse et par l'ammoniaque; 3° réaction des acides sur les chromates.

» 2. Dissolution. — *Bichromate de potasse.*

Cr^2O^7K (147^{gr},1) dissous dans 40 fois son poids d'eau, à 11°,6 : − 8,51.

» Ce chiffre s'accorde avec les données des autres auteurs obtenues à des températures un peu différentes : soit − 8,54 (Graham), − 8,51 (Thomsen), − 8,53 (Morges). Sa variation avec la température (calculée d'après les chaleurs spécifiques) est faible : − 0,006(t − 15).

» 3. *Bichromate d'ammoniaque.*

$$Cr^2O^7AzH^4(126^{gr})[1^p \text{ du sel} + 40^p \text{ eau}], \text{ à } 13^\circ : -6,22.$$

» Joignons à ces chiffres les suivants, qu'il m'a paru inutile de déterminer à nouveau :

$CrO^4K(97^{gr},1)$ + l'eau : − 2,55 (Graham); − 2,63 (Morges),
$CrO^3(50^{gr})$ + l'eau : + 1,1 (Graham).

» Le dernier nombre montre combien est faible l'affinité de l'acide chromique pour l'eau et pourquoi cet acide ne forme pas des hydrates définis stables, corrélatifs de l'énergie chimique prépondérante des acides forts, tels que ceux des acides sulfurique, azotique, chlorhydrique. L'acide chromique se rapproche, au contraire, des acides faciles à séparer de l'eau, tels que l'acide acétique et surtout les acides sulfureux et carbonique qui se dégagent, de même que l'acide chromique, à l'état anhydre.

4. *Acide chlorochromique.*

$Cr^2O^4Cl^2(155^{gr})(1^p+100^p \text{eau})$, à 8° : + 17,02 et + 16,33; moyenne : + 16,67.

Ce chiffre est comparable à la chaleur de dissolution des chlorures d'étain et d'arsenic. On en tire que

$$CrO^2Cl + O = CrO^3 + Cl$$

dégagerait, en l'absence de l'eau : + 10,9. L'acide chlorochromique vient se placer, sous ce rapport, entre les chlorures acides très oxydables (phosphore, silicium) et le perchlorure d'étain. Il s'écarte, au contraire, des chlorures métalliques ordinaires, dont la chaleur de formation surpasse en général celle des oxydes.

» 5. NEUTRALISATION. — *Chromates de potasse.* — D'après M. Thomsen, on a

CrO^3 étendu + NaO étendue, à 18° .... + 12,4

» J'adopterai cette valeur pour CrO^3 étendu + KO étendue. Un calcul fondé sur les chaleurs spécifiques des dissolutions (Marignac) montre qu'elle varie de − 0,03 par chaque degré d'élévation de température. On aura donc à 12° : + 12,6; à 8° : + 12,7.

» J'ai trouvé d'ailleurs :

$Cr^2O^7K(14^{gr},1 = 6^{lit}) + KO(47,1 = 2^{lit})$, à 12° ... + 11,6

nombre qui s'accroît d'une petite quantité (+ 0,13) par l'addition d'un excès de potasse. On déduit de là :

$$2\,CrO^3 \text{ étendu} + KO \text{ étendue, à } 12^\circ : +25{,}2 - 11{,}8 = +13{,}4.$$

» Vers 8° : +13,6; vers 18° : +13,2 [1].

» 6. *Chromates d'ammoniaque.* — J'ai trouvé

$$Cr^2O^7Am(120^{gr} = 4^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 12^\circ : +10{,}2,$$

en ajoutant ensuite $2KO(1^{éq} = 2^{lit})$: + 3,2,

$$Cr^2O^7Am(126^{gr} = 4^{lit}) + 2KO(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 12^\circ : +13{,}24.$$

» Le déplacement étant total dans les cas de ce genre, comme je l'ai établi ailleurs, il en résulte

$$2\,CrO^3 \text{ étendu} + AzH^3 \text{ étendu, à } 12^\circ : [25{,}2 - 13{,}2] = +12{,}0,$$
$$CrO^3 \text{ étendu} + AzH^3 \text{ étendu, à } 12^\circ : \tfrac{1}{2}[12{,}0 + 10{,}2] = +11{,}1.$$

» Entre la chaleur de formation des sels de potasse et d'ammoniaque dissous, on retrouve ici cette différence à peu près constante (+1,5 pour le sel neutre; +1,6 pour le sel acide), déjà observée pour la plupart des acides connus.

» 7. Pour comparer la chaleur véritable de formation des chromates à celle des autres sels, il convient de la rapporter à l'état solide des corps réagissants, comme je l'ai établi ailleurs. On a ainsi :

$$\text{(I)}\quad CrO^3 \text{ solide} + KO \text{ solide} = CrO^4K : +47{,}8;\quad 2\,CrO^3 + KO : +53{,}4,$$

$$\text{(II)}\left\{\begin{array}{l}[CrO^3 \text{ sol.} + HO \text{ sol.}] + KHO^2 \text{ sol.} = CrO^4K \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol.} : +29{,}5\\ [2\,CrO^3 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol.}] + KHO^2 = Cr^2O^7K \text{ s.} + 3\,HO \text{ sol.} : +37{,}3.\end{array}\right.$$

Ces chiffres sont fort inférieurs à la chaleur de formation des sulfates de potasse

$$\text{(I)}\quad SO^3 + KO = SO^4K : +70{,}7;\quad 2\,SO^3 + KO = S^2O^7K : +83{,}8,$$

$$\text{(II)}\left\{\begin{array}{l}SO^4H \text{ solide} + KHO^2 = SO^4K + H^2O^2 \text{ solide} : +40{,}7,\\ 2\,SO^4H \text{ s.} + KHO^2 = S^2O^8KH + H^2O^2 \text{ s.} + 48{,}2;\ S^2O^7K + 3\,HO \text{ s.} + 43{,}6\end{array}\right.$$

La prépondérance de l'acide sulfurique est ainsi mise en évidence. La chaleur de formation du chromate neutre solide, calculée d'après la formule (II), sur-

[1] M. Thomsen a donné à 18°, pour $2\,CrO^3 + NaO$: + 13,1.

passe celle de l'acétate (¹) : +21,9 ; mais elle est moindre que celle de l'azotate (+42,6).

» 8. Ces chiffres donnent une idée générale de l'énergie relative de l'acide chromique, comparé aux autres acides, dans l'état solide. Mais, pour préciser, il est nécessaire d'envisager les acides, tels qu'ils existent en présence de l'eau : condition dans laquelle les acides forts ont perdu une portion de leur énergie, répondant à la formation de certains hydrates stables; tandis que les acides qui ne forment pas d'hydrates, ou qui ne forment que des hydrates dissociés, agissent à peu près comme en l'absence du dissolvant. Ce mode de comparaison ne peut pas être établi en toute rigueur, dans l'état actuel de nos connaissances; mais on s'en rapproche beaucoup, en envisageant la chaleur de formation depuis les acides dissous, et en la rapportant aux sels anhydres et séparés de l'eau, du moins toutes les fois que ces sels eux-mêmes ne forment pas des hydrates stables et non dissociables. (Voir *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 591 et 595.)

» Voici les chiffres qui définissent les chromates comparés aux autres sels, d'après ce procédé de calcul :

CrO^3 dissous + KO dissoute = CrO^4K solide	+15,2
$2CrO^3$ dissous + KO dissoute = Cr^2O^7K solide	+21,9

» On a d'ailleurs :

SO^4H dissous	+ KO dissoute	=	SO^4K solide	+18,8
$2SO^4H$ dissous	+ KO dissoute	=	S^2O^8KH solide	+18,1
HCl dissous	+ KO dissoute	=	KCl solide	+17,9
$C^4H^4O^4$ diss.	+ KO dissoute	=	$C^4H^3KO^4$ solide	+10,1
CO^2 dissous	+ KO dissoute	=	CO^3K solide	+ 6,8
$2CO^2$ dissous	+ KO diss. + HO	=	C^2O^6KH solide	+16,5

» Les prévisions tirées de cette liste répondent, comme je vais le montrer, aux faits observés.

» 9. Réactions des acides sur les chromates (²). — 1° *Acide chlorhydrique.*

(¹) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1883, p. 590.

(²) Rappelons les données suivantes tirées de mes expériences :

SOH étendu + KO étendue dégage	$+15,7-0,03\,(t-20)$
HCl étendu + KO étendue	$+13,6-0,05\,(t-20)$
$C^4H^4O^4$ étendu + KO étendue	$+13,3-0,006\,(t-20)$

» J'ai trouvé, par expérience :

$2CrO^4K(1^{éq} = 2^{lit}) + HCl(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°.....	+2,4
$Cr^2O^7K(147^{gr} = 4^{lit}) + KCl(1^{éq} = 2^{lit})$...........	+0,0
$Cr^2O^7K(147^{gr} = 4^{lit}) + HCl(1^{éq} = 2^{lit})$...........	−0,1

» On conclut de ces chiffres que deux équivalents de chromate neutre sont changés en bichromate et chlorure par un équivalent d'acide chlorhydrique (27,5 − 25,2 = 2,3 calculé) ; le bichromate et l'acide chlorhydrique n'exerçant qu'une action réciproque très faible.

» C'est en effet ce que les chiffres tirés de notre dernière liste permettaient de prévoir. Car la formation de $2CrO^4$ solide dégage + 30,4 ; celle de 2KCl : 35,8 ; celle de $KCl + Cr^2O^7K$: + 39,8. C'est donc cette dernière qui répond au maximum thermique. En fait, elle détermine l'action fondamentale [1].

» L'acide azotique se comporte comme l'acide chlorhydrique.

» 2° *Acide sulfurique*. — Un demi-équivalent forme d'abord du bichromate. En présence d'un grand excès d'acide

$CrO^4K(1^{éq} = 2^{lit}) + 6SO^4H(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°....... +0,38

» Ce chiffre répond à un déplacement très avancé, sinon total, avec formation de bisulfate, lequel exigerait + 14,0 − 13,4 = + 0,6.

» 3° *Acide acétique*.

$2CrO^4K(1^{éq} = 2^{lit}) + C^4H^4O^4(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°..... +1,5

» Ainsi un équivalent d'acide acétique transforme deux équivalents de chromate neutre en bichromate (+ 26,8 − 25,2 = 1,6 calculé) ; ce dernier demeura à peu près inattaqué par un excès d'acide [2]. En effet,

Cr^2O^7K dissous + $C^4H^4O^4(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°.......... −0,02

» Ce fait montre que l'acide chromique est bien plus faible que l'acide sulfurique, lequel ne partage pas sensiblement les bases alcalines avec l'acide

(1) On néglige ici les phénomènes secondaires, dus à la dissociation du bichromate en sel neutre et acide, ou sel acide (trichromate, etc.) par l'eau : phénomènes qui pourraient être manifestés, si l'on exagérait les proportions relatives de quelques-uns des composants.

(2) L'action du bichromate sur l'acétate de potasse ne donne aucun effet thermique appréciable ; mais la chaleur dégagée en cas de déplacement serait négligeable.

acétique. Il répond d'ailleurs aux prévisions thermiques, car

$2CrO^4K$ solide dégage, en se formant..	+ 30,4
$2C^4H^3KO^4$	+ 20,2
$C^4H^3KO^4 + Cr^2O^7K$	+ 32,0

» La formation du bichromate répond donc encore au maximum thermique.

» 4° *Acide carbonique :*

$$2CrO^4K(1^{éq} = 2^{lit}) + C^2O^4(44^{gr} = 22^{lit}), \text{ à } 9^o \ldots\ldots - 0,4$$

» Ce chiffre indique un déplacement partiel, avec formation de bichromate et de bicarbonate (24,4 − 25,2 = − 0,8); phénomène déjà accusé par le changement de teinte des liqueurs, ainsi qu'on l'a remarqué depuis longtemps. Il se traduit ici par une absorption de chaleur, due à l'inégalité des chaleurs de dissolution des sels solides. Le calcul, rapporté à ceux-ci, indiquerait pour la formation de

$2CrO^4K$	+ 30,4
$2CO^3K$	+ 13,6
$2C^2O^6KH$	+ 33,0
$Cr^2O^7K + C^2O^6KH$	+ 38,4

» C'est toujours le bichromate qui répond au maximum thermique. Cependant la formation du bicarbonate ne saurait devenir totale, comme celle du chlorure ou de l'acétate, à cause de son état de dissociation partielle en présence de l'eau. De là résultent des équilibres et la possibilité d'une réaction inverse, quoique toujours partielle, du bichromate sur le bicarbonate. Les expériences suivantes confirment cette prévision :

$$Cr^2O^7K(147^{gr} = 4^{lit}) + C^2O^6KH(1^{éq} = 4^{lit}), \text{ à } 8^o : + 0,5,$$

la décomposition totale exigeant + 0,8 environ; on voit qu'il y a décomposition partielle, avec formation de chromate neutre.

» Avec le carbonate neutre la réaction va plus loin.

$$Cr^2O^7K(147^{gr} = 4^{lit}) + CO^2K(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 8^o : + 1,5.$$

» La décomposition totale exigerait + 1,8 environ.

» 10. En résumé, sur les deux équivalents de potasse que renferme le chromate neutre, envisagé comme bibasique : Cr^2O^4, 2KO, il en est un qui tend à se séparer sous l'influence des autres acides; complètement, si l'acide antagoniste est puissant; partiellement, si l'acide est faible. Cette

séparation facile ne résulte pas cependant d'une chaleur de formation trop peu considérable et comparable à celle des acides faibles; mais elle est la conséquence de la grande chaleur de formation du bichromate de potasse (rapportée à l'état solide), laquelle en détermine la production prépondérante. Déjà j'avais signalé une tendance analogue qui détermine la formation du bisulfate de potasse, et explique par sa valeur thermique le partage des bases entre l'acide sulfurique et les acides puissants, tels que l'acide azotique et l'acide chlorhydrique (1). Avec le bichromate, les phénomènes s'étendent jusqu'aux acides faibles; ils sont même plus nets, et leur explication manifeste plus nettement encore les mêmes relations thermochimiques. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les enchaînements du monde animal dans les temps primaires.* Deuxième Note de M. A. **Gaudry** (2).

« Il y a quelques semaines, j'ai communiqué à l'Académie un résumé de mes recherches sur la Paléontologie des temps primaires. J'ai l'honneur de lui présenter une deuxième Note sur le même sujet. Je m'étais occupé de la question des enchaînements des êtres; je vais maintenant essayer de dire de quelle manière, à en juger par l'état actuel de nos connaissances, le développement du monde animal semble s'être manifesté dans les temps primaires.

» Nous ignorons ce qui s'est passé avant l'époque cambrienne; mais, depuis cette époque, l'histoire des êtres révèle des progrès.

» Dans les temps siluriens, les animaux sont devenus plus nombreux et plus variés qu'à l'époque cambrienne. Les Cœlentérés, les Échinodermes et les Mollusques ont pris une extension inconnue auparavant. Les Céphalopodes se sont multipliés. A côté des Trilobites ont apparu les Crustacés mérostomes, et même la fin de l'époque silurienne a vu quelques Poissons. Mais, dans toute la première moitié de cette immense époque, il n'y avait encore ni Poissons, ni Mérostomes; les rois des Océans n'étaient que des Trilobites ou des Céphalopodes.

» La plupart des animaux trouvés dans les terrains primaires, et notamment dans les terrains siluriens, semblent avoir été mieux organisés pour

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 586, état anhydre; p. 638 et 642, état dissous.

(2) Voir la Note insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 4 décembre 1882.

se défendre que pour attaquer. Ainsi, certains rugueux avaient des opercules; les Cystidés étaient logés dans des boîtes, et même la plupart des Crinoïdes proprement dits, au lieu d'avoir leurs viscères libres comme les Crinoïdes secondaires, les avaient enveloppés dans une boîte qui rappelait la disposition des Cystidés; les Brachiopodes devaient ouvrir faiblement leurs valves; le *Maclurea* et plusieurs Ptéropodes avaient un couvercle; chez les Céphalopodes, l'ouverture était souvent contractée. Si, au lieu d'êtres chétifs protégés par une coquille ou une carapace, se cachant dans les sédiments primaires, il y eût eu à l'origine des êtres plus puissants pour l'attaque que pour la défense, peut-être la vie ne se serait pas développée sur notre planète, et il y aurait le néant là où elle s'épanouit féconde et diversifiée.

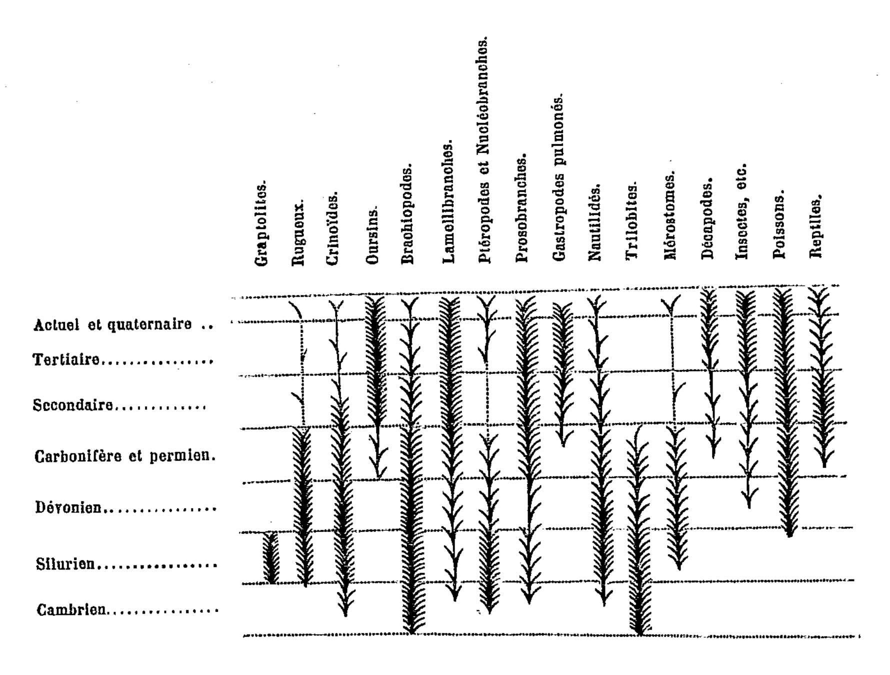
» Les temps dévoniens marquent un grand progrès dans le monde organique, car ils correspondent au développement des Vertébrés; il est vrai que ces Vertébrés ne sont que des Poissons, et encore beaucoup de ces Poissons sont-ils d'étranges créatures, très différentes des Poissons actuels.

» Les temps carbonifères et permiens ont été témoins de nouveaux progrès. A côté des Trilobites et des Mérostomes qui diminuent, les Crustacés supérieurs, tels que les Décapodes, font leur apparition. Les Insectes, les Myriapodes, les Arachnides sont de grande taille et nombreux. Les Vertébrés ne sont plus représentés seulement par les Poissons; en France comme en Allemagne, en Russie, en Angleterre, en Amérique, les Reptiles se multiplient; mais, à part quelques genres de la fin des temps primaires, ils n'avaient pas la diversité et la force que l'on trouve chez ceux des temps secondaires. Jusqu'à présent, on n'a pas découvert des restes d'Oiseaux et de Mammifères dans les terrains primaires; cette absence marque une immense infériorité.

» Lorsqu'on descend le cours de la vie géologique, on voit dans l'époque secondaire le règne des Reptiles, à l'époque tertiaire le règne des Oiseaux et des Mammifères, à l'époque quaternaire le règne de l'Homme. Ainsi, prise dans son ensemble, l'histoire du monde révèle un développement progressif.

» Tout en admettant que, dans son ensemble, l'histoire du monde présente le spectacle d'un progrès, il faut se garder de croire que toutes les classes se sont développées d'une manière continue, pendant la durée des temps géologiques. Un des résultats les plus curieux des études paléontologiques a été de montrer que chacune des époques du monde a eu ses

épanouissements particuliers; elle a eu des êtres qui ont été faits pour elle; avec elle, leur règne a commencé; avec elle, leur règne a fini. On s'en rendra compte en jetant les yeux sur le Tableau ci-dessous, où j'ai indiqué la marche qu'a suivie le développement d'une partie des animaux primaires; j'ai représenté chaque groupe par un rameau que j'ai fait plus ou moins fourni, selon que le développement a été plus ou moins grand.



» On voit dans ce Tableau combien les graptolites ont été éphémères; nés dans le cambrien, ils n'ont pas dépassé le silurien. Les rugueux ont eu leur extension dans les temps primaires; il est vraisemblable que plusieurs ont été la souche des coralliaires de l'époque secondaire, puisqu'ils se lient à eux d'une manière insensible, mais sans doute tous n'ont pas servi de progéniteurs. Si quelques tabulés des terrains anciens, tels que l'*Heliolites*, paraissent être les ancêtres des Alcyonaires actuels, d'autres, comme la *Michelinia*, l'*Halysites* sont restés spéciaux aux formations primaires. L'ouvrage de feu Angelin sur les Crinoïdes a mis admirablement en relief la diversité de ces animaux à l'époque silurienne; assurément tant de richesse de formes n'a pas été nécessaire pour aboutir aux espèces actuelles dont les derniers dragages ont révélé l'existence. Il faut dire la même chose des Brachiopodes primaires; quelques-uns d'entre eux se sont continués jusqu'à nos jours, mais sans doute l'immense majorité des genres si nombreux des

Orthisidés, des Productidés et des Spiriféridés a été sans influence sur les quelques Brachiopodes de nos mers. Les Ptéropodes et les Nucléobranches primaires ont pu être les ancêtres des Mollusques venus après eux; néanmoins ils ont tellement changé qu'on ne risque pas de confondre les genres anciens avec les nouveaux. Sauf le *Nautilus*, aucune forme de la famille nautilidé, qui a eu jadis une merveilleuse fécondité, n'est représentée de nos jours. Les Trilobites, dont les changements ont attesté une si étonnante plasticité pendant les temps cambriens et siluriens, ont diminué dans le carbonifère, et leur dernière espèce a été trouvée dans le permien. Les Mérostomes ne sont plus représentés aujourd'hui que par le genre Limule; ce n'est pas pour produire ce survivant isolé que tant de singulières créatures des groupes xiphosuridé et euryptéridé se sont épanouies dans les temps primaires. Je crois que plusieurs des poissons anciens ont été les prototypes des poissons actuels; mais quelques-uns d'entre eux, tels que le *Pterichthys*, le *Cephalaspis*, le *Coccosteus* forment un monde étrange confiné dans les temps dévoniens. J'ajouterai que les Reptiles à grand entosternum caractérisent la fin du primaire et le commencement du secondaire.

» Ces fossiles, qui ont été spéciaux à certaines périodes de l'histoire de la Terre, rendent de précieux services aux géologues pour la détermination des terrains. Ils méritent bien le nom de *médailles de la création* que Mantell leur a donné, car ils indiquent exactement les époques géologiques.

» Il ressort de ce que nous venons de dire qu'il y a eu de grandes inégalités dans le développement des animaux des temps anciens. Ces inégalités ne confirment pas l'idée d'une lutte pour la vie dans laquelle la victoire serait restée aux plus forts, aux mieux doués. La Paléontologie nous montre que le contraire a pu avoir lieu. Plusieurs êtres ont été comme des rois de passage; ils sont devenus des personnalités saillantes qui ont donné à leur époque une physionomie propre; de même qu'on dit le siècle de Charlemagne, le siècle de Louis XIV, on peut dire l'âge de *Paradoxides*, l'âge de *Slimonia*, l'âge de *Pterichthys* et de *Coccosteus*, l'âge de *Megalichthys*, l'âge d'*Euchirosaurus*. Ce sont quelquefois les êtres les plus spécialisés et les plus parfaits dans leur genre qui se sont éteints le plus vite. *Paradoxides* du cambrien, *Slimonia* du silurien, *Pterichthys* du dévonien ont marqué le summum de divergence auquel leur type devait atteindre. Ils ne pouvaient donc plus produire de formes nouvelles, et, comme le propre de la plupart des créatures est de changer ou de mourir, ils sont morts.

» A côté de ces êtres de passage offrant des formes extrêmes, il y en a eu d'autres dont la personnalité était moins accusée, créatures mixtes, re-

présentant dans le monde animal le juste milieu; parmi ceux-là, on trouve les types qui ont persisté davantage. De même qu'il y a, de nos jours, des formes cosmopolites qu'on rencontre dans tous les pays du monde, il y a des formes qu'on pourrait appeler *panchroniques* ([1]), car elles sont de toutes les époques. Elles constituent comme un réservoir permanent duquel sont sortis, à chaque instant des temps géologiques, des êtres destinés à prendre une place plus ou moins importante.

» Si les diverses créatures avaient changé également vite, celles qui nous ont été transmises par les âges passés seraient toutes aujourd'hui des êtres élevés; il y aurait ainsi plus d'animaux supérieurs que d'animaux inférieurs, plus de mangeurs que de bêtes à manger; l'harmonie du monde organique serait depuis longtemps rompue. Et puis, l'inégalité dans l'évolution est une cause de la variété des spectacles que présente l'histoire du monde; à toutes les époques géologiques, sauf sans doute tout à fait au début, il y a eu des êtres au premier stade de leur évolution, d'autres qui ont atteint au second stade, d'autres au troisième, d'autres à des stades plus élevés; c'est de ces inégalités qu'est résultée en partie la merveilleuse beauté de la nature dans tous les temps géologiques. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les nombres de fractions ordinaires inégales qu'on peut exprimer en se servant de chiffres qui n'excèdent pas un nombre donné;* par M. SYLVESTER.

« Dans le *Philosophical Magazine*, 1881, p. 175, M. Airy, associé étranger de l'Institut, annonce qu'il a calculé, pour l'usage de l'Institution of civil Engineers, à Londres, les valeurs logarithmiques de toutes les fractions ordinaires $\frac{m}{n}$, dans lesquelles m et n ne contiennent nul facteur commun et n'excèdent pas 100, arrangées dans l'ordre de leurs grandeurs, et que le nombre de ces fractions est 3043.

» Je vais montrer qu'on peut appliquer la méthode dont M. Tchebycheff s'est servi dans sa théorie célèbre sur les nombres premiers, avec l'addition que j'y ai faite ([2]), pour trouver des limites supérieures et inférieures au nombre d'un système pareil de fonctions quand la limite des valeurs de m et de n est un nombre quelconque donné.

([1]) Πᾶν, tout; χρόνος, temps.
([2]) Voir *American Journal of Mathematics*, t. III.

» 1° Je dis que si Ti signifie le nombre de nombres inférieurs et premiers à i, nombre entier (ce que nous nommons, à Baltimore, le *totient* de i), on aura l'identité

$$\sum_{r=\infty}^{r=0}\left(\mathrm{E}\frac{i}{r}\mathrm{T}r\right)=\frac{i^2+i}{2}.$$

» C'est une conséquence du théorème plus général que « si $a_1, a_2, \ldots, a_i$ » sont des nombres entiers quelconques, et si l'on nomme le nombre des a » qui contiennent r la fréquence de r par rapport au système des a, et qu'on » dronne le produit de la fréquence de r par son totient, la somme de ces » produits (quand r prend toutes les valeurs de 1 jusqu'à l'infini) sera la » somme des a. »

» 2° Nommons $\mathrm{J}x$ la somme-totient de x, c'est-à-dire la somme des totients de tous les nombres qui n'excèdent pas la valeur de $\mathrm{E}x$ (la partie entière de x).

» Je me servirai désormais de $\left(\frac{p}{q}\right)$ pour signifier la partie entière de $\left(\frac{p}{q}\right)$.

» Or écrivons les suites successives

$$\begin{array}{l}
x,\quad x-1,\quad \ldots,\quad x-\left(\frac{x}{2}\right)+1;\ \left(\frac{x}{2}\right),\ \left(\frac{x}{2}\right)-1,\ \ldots,\left(\frac{x}{3}\right)+1;\\
\left(\frac{x}{3}\right),\ \left(\frac{x}{3}-1\right),\ \ldots,\qquad \left(\frac{x}{4}\right)+1;\left(\frac{x}{4}\right),\ \left(\frac{x}{4}\right)-1,\ldots,\left(\frac{x}{5}\right)+1;\\
\ldots,\ \ldots\ldots,\ \ldots,\qquad \ldots\ldots;\ \ldots,\ \ldots\ldots,\ \ldots,\ \ldots\ldots;\\
\left(\frac{x}{2q-1}\right),\ \left(\frac{x}{2q-1}\right)-1,\ \ldots,\frac{x}{(2q)}+1;\ \frac{x}{2q},\ \ \frac{x}{2q}-1,\ldots,\left(\frac{x}{2q+1}\right)+1;\\
\ldots\ldots,\ \ldots\ldots,\ \ldots,\ \ldots\ldots;\ \ldots,\ \ldots\ldots,\ \ldots,\ \ldots\ldots;
\end{array}$$

q augmentant *ad libitum*.

» Je dis que, « si r est un nombre entier quelconque qui se trouve dans les » suites d'ordre impair, c'est-à-dire commençant avec x, $\left(\frac{x}{3}\right)$, $\left(\frac{x}{5}\right)$, ..., et si » $j=2i$ ou $2i+1$, on aura

$$\mathrm{E}\left(\frac{j}{r}\right)-2\mathrm{E}\left(\frac{i}{r}\right)=1,$$

» et que, si r appartient à une suite quelconque d'ordre pair, on aura

$$\mathrm{E}\left(\frac{j}{r}\right)-2\mathrm{E}\left(\frac{i}{r}\right)=0. »$$

Conséquemment, en appliquant le théorème précédent, on aura

$$\frac{j(j+1)}{2} - 2\frac{i(i+1)}{2} = S_1 + S_3 + \ldots + S_{2q-1} + \ldots,$$

où S_{2q-1} est la somme des totients des nombres qui sont en même temps égaux ou inférieurs à $\frac{j}{2q-1}$ et plus grands que $E\frac{j}{2q}$, c'est-à-dire

$$S_{2q-1} = J\left(\frac{j}{2q-1}\right) - J\left(\frac{j}{2q}\right).$$

» Si donc on écrit

$$\theta x = Jx - J\frac{x}{2} + J\frac{x}{3} - J\frac{x}{4} + J\frac{x}{5} - J\frac{x}{6} + \cdots,$$

on aura, quand $x =$ un nombre entier pair (soit $2i$),

$$\theta x = (2i^2 + i) - (i^2 + i) = i^2 = \frac{x^2}{4},$$

et, quand $x =$ un nombre entier impair (soit $2i + 1$),

$$\theta x = (i+1)(2i+1) - (i^2 + i) = \frac{(x+1)^2}{4}.$$

» Avec l'aide de ces égalités, si x est un nombre positif quelconque entier ou fractionnel, on obtient facilement les inégalités

$$\theta x = \text{ou} > \frac{x^2 - 2x}{4}$$

$$\theta x = \text{ou} < \frac{x^2 + 2x + 1}{4}.$$

» En appliquant à ces deux inégalités la méthode d'approximation successive que j'ai appliquée, dans le Mémoire cité, aux inégalités auxquelles est assujettie la fonction $\psi(x)$ (*voir* SERRET, *Algèbre supérieure*, édition de 1879, t. II, p. 233), je parviens facilement et rigoureusement à démontrer que, étant donnée une quantité ε aussi petite qu'on veut, on peut trouver une limite supérieure L et une limite inférieure Λ à Jx, où

$$L = \left(\frac{3}{\pi^2} + \eta\right)x^2 - Ax + R(\log x)$$

$$\Lambda = \left(\frac{3}{\pi^2} - \eta'\right)x^2 - A'x + R'(\log x),$$

où $R(\log x)$, $R'(\log x)$ sont tous les deux fonctions rationnelles et en-

tières de $\log x$ d'un degré fini, dont les coefficients aussi bien que A et A restent toujours finis et où η, η' sont tous les deux plus petits que ε.

» Il s'ensuit que la fraction $\frac{J(x)}{x^2}$ possède une valeur asymptotique $\frac{3}{\pi^2}$ (ce qui n'est pas démontré pour la fraction analogue $\frac{\psi x}{x}$, dans la théorie parallèle de M. Tchebycheff) et que la valeur de $\frac{Jx}{x^2}$ approche indéfiniment près quand x est pris suffisamment grand de $\frac{3}{\pi^2}$, c'est-à-dire de 30396....

» Il est facile de voir que la quantité Jx diminuée de l'unité n'est autre chose que le nombre des fractions dans des Tables pareilles à celles de M. Airy. Ainsi, pour le cas de $x = 100$ selon M. Airy, $Jx = 3044$. Pour ce cas $\frac{3}{\pi^2}x^2 = 3039\frac{6}{10}$.

» Avec l'aide de ces limites on peut calculer la probabilité que deux nombres dont la limite supérieure est très grande soient premiers entre eux. Car si cette limite est x, le nombre total des cas qui peuvent arriver est x^2, et le nombre des cas pour lesquels les nombres choisis sont premiers entre eux sera $2Jx - 1$. Conséquemment, la probabilité en question sera $\frac{6}{\pi^2}$.

» M. Franklin, l'auteur de la belle démonstration, insérée dans les *Comptes rendus*, du théorème d'Euler sur le produit $(1-x)(1-x^2)(1-x^3)\ldots$, a bien voulu m'adresser la remarque que cette conclusion peut être au moins confirmée, peut-être même absolument démontrée, de la manière suivante :

» x étant pris très grand, la probabilité que deux nombres inférieurs à x, pris au hasard, ne contiennent pas tous les deux le nombre premier p, sera $1 + \frac{1}{p^2}$. Donc, la probabilité cherchée sera

$$\left(1-\frac{1}{2^2}\right)\left(1-\frac{1}{3^2}\right)\left(1-\frac{1}{5^2}\right)\left(1-\frac{1}{7^2}\right)\cdots,$$

qui est la réciproque de

$$1+\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\frac{1}{4^2}+\frac{1}{5^2}+\frac{1}{6^2}+\frac{1}{7^2}+\ldots,$$

c'est-à-dire est égal à $\frac{6}{\pi^2}$.

» Il y a une suite doublement infinie d'équations fonctionnelles exactes

qu'on peut former avec les $J(x)$. En particulier, il y a une série simplement infinie de telles fonctions où les signes sont alternativement positifs et négatifs, et conséquemment peuvent servir chacun à donner une suite infinie de limites à Jx.

» Ainsi, si l'on écrit

$$\begin{array}{lll}
\theta x = Jx - J\frac{x}{2} & \theta_2 x = 2J\frac{x}{2} - 3J\frac{x}{3} + 2J\frac{x}{4} - J\frac{x}{6} & \theta_3 x = J\frac{x}{3} - 4J\frac{x}{4} + 3J\frac{x}{6} - 4J\frac{x}{8} + 3J\frac{x}{9} + J\frac{x}{12} \\
+ J\frac{x}{3} - J\frac{x}{4} & \quad + 2J\frac{x}{8} - 3J\frac{x}{9} + 2J\frac{x}{10} - J\frac{x}{12} & \quad + 3J\frac{x}{15} - 4J\frac{x}{16} + 3J\frac{x}{18} - 4J\frac{x}{20} + 3J\frac{x}{21} - J\frac{x}{24} \\
+ J\frac{x}{5} - J\frac{x}{6} & \quad + 2J\frac{x}{14} - 3J\frac{x}{15} + 2J\frac{x}{16} - J\frac{x}{18} & \quad + 3J\frac{x}{27} - 4J\frac{x}{28} + 3J\frac{x}{30} - 4J\frac{x}{32} + 3J\frac{x}{33} - J\frac{x}{34} \\
+ \ldots\ldots & \quad + \ldots\ldots & \quad + \ldots\ldots \\
+ \ldots\ldots & \quad + \ldots\ldots & \quad + \ldots\ldots
\end{array}$$

on aura toujours, quand $x = (k^2 + k)i$, $\theta_k x = \frac{x^2}{2(k^2+k)}$, et quand $x = (k^2 + k)i - 1$, $\theta_k x = \frac{(x+1)^2}{2(k^2+k)}$, et, quel que soit le résidu de x par rapport au module $k^2 + k$, on peut calculer la valeur de $\theta_k x$. Enfin, si x est une quantité positive quelconque, on trouvera

$$\theta_k x = \text{ou} > \frac{x^2 - x}{2(k^2+k)}, \quad \theta_k x = \text{ou} < \frac{x^2 + 2x + 1}{2(k^2+k)}. \text{ »}$$

THERMODYNAMIQUE. — *Réfutation d'une seconde critique de M. G. Zeuner, concernant les travaux des ingénieurs alsaciens sur la machine à vapeur* (suite); par M. **G.-A. Hirn** (¹).

« II. Quel est le vrai caractère nouveau des quatre équations de M. Zeuner?

» Cette question reçoit deux réponses tout à fait opposées, selon le point de vue où l'on se place.

» 1° Considérées comme l'énoncé algébrique *simultané* des différents phénomènes que les recherches des Ingénieurs alsaciens ont mis en relief dans les fonctions de la machine à vapeur, considérées surtout comme pouvant, dans un cours, servir à l'enseignement de la théorie expérimentale et des méthodes d'observation inaugurées en Alsace, et aujourd'hui en usage partout où l'on veut étudier un moteur à vapeur, ces équations sont

(¹) Voir *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 361.

certainement neuves dans les détails de leur forme : à une exception près, la seconde (voyez t. II, p. 28 de ma dernière édition de *Thermodynamique*). Je me permets d'ajouter qu'elles sont même de date très récente. — Pour expliquer les divergences profondes qui ont été signalées par l'expérience et qui existent entre les résultats donnés par la théorie générique et ceux que donne l'observation directe, M. Zeuner avait d'abord cherché à montrer que l'élément perturbateur est exclusivement une provision d'eau G_0 qui se trouverait en permanence dans les espaces perdus des cylindres, des tiroirs, etc., et que ce n'est point, comme le soutiennent les Ingénieurs alsaciens, à l'action des parois des cylindres qu'il faut attribuer l'altération des résultats annoncés par la théorie générique. Ce n'est que dans sa première critique (1881) des travaux alsaciens que M. Zeuner a enfin introduit dans ses équations le terme $Q_{(a,b,c,d)}$ représentant l'effet des parois, ajoutant toutefois avec insistance que ce terme sera toujours trouvé très petit, et même parfois négligeable, par rapport au produit $G_0(a', b', c', d')$ répondant à l'action de la provision d'eau.

» J'ai dit plus haut : dans les détails de leur forme. Il est de toute équité d'ajouter que, même au point de vue purement algébrique où nous nous plaçons, et quant au fond, M. Zeuner a été devancé par M. Dwelshauvers-Dery, le savant professeur de l'Université de Liège. Celui-ci, en effet, (*Revue universelle des Mines*, 1880) a donné, en pleine connaissance de cause, un exposé des plus élégants, où il traduit complètement en formules algébriques *simultanées* ce qu'il appelle avec insistance et avec la plus grande loyauté la théorie pratique ou expérimentale des Alsaciens. Et pour rester complètement juste, il convient aussi de dire que les équations dont nous parlons ont été données, sous des formes peu différentes, il y a quelques années déjà, par M. G. Schmidt, le laborieux savant et professeur de l'École Polytechnique de Prague, qui vient de mourir si prématurément.

» 2° Considérées, dans chacun de leurs termes pris à part, comme l'application de l'Analyse mathématique à l'élucidation d'un vaste et beau problème de Physique et de Mécanique, ces équations ne sont, au contraire, aucunement neuves (si ce n'est par le terme hypothétique G_0), et elles ne reposent, en définitive, que sur la substitution de lettres à des nombres parfaitement déterminés dans leur nature et calculés méthodiquement, mais successivement, par les Alsaciens, dès l'origine de leurs travaux.

» La différence des points de vue que je signale implique la différence des buts que l'on s'est proposés, celle des méthodes suivies, et elle relève de fait de la différence profonde qui existe entre l'emploi des Mathéma-

tiques pures et celui des Mathématiques considérées comme instrument d'investigation des phénomènes. Tandis que M. Zeuner s'est servi des résultats expérimentaux déjà disponibles pour faire de l'Algèbre, pour édifier des équations très élégantes, exprimant à la fois l'ensemble des phénomènes observés jusqu'ici dans les moteurs à vapeur, les Ingénieurs alsaciens, au contraire, se sont servis de l'Analyse mathématique au fur et à mesure des besoins pour étudier de près ces moteurs, pour voir de combien les actions perturbatrices découvertes et déterminées dans leur espèce troublent les résultats de la théorie générique. Ces deux manières de faire ont leur utilité spéciale; elles sont nécessaires l'une comme l'autre, et l'on ne peut qu'applaudir à l'œuvre de M. Zeuner, pourvu qu'il reste convenu que les équations algébriques indiquées ne constituent pas autant de découvertes récentes faites par leur aide quant aux fonctions des machines, et qu'elles ne sont que la traduction, la représentation simultanée de phénomènes déjà étudiés expérimentalement et analytiquement dans leur nature et dans leur valeur numérique [1].

---

[1] Il s'agit ici d'une question qui a donné lieu plus souvent qu'on ne pense à des conflits entre les savants; je tiens à ce qu'il ne puisse y avoir aucun malentendu sur le sens de ma pensée. Lorsque, pour évaluer, par exemple, le travail de la détente dans une machine à un cylindre, je dis : « Ce travail est égal au travail interne initial de la vapeur, diminué du travail interne final, augmenté ou diminué de ce qu'ont cédé ou pris les parois, diminué de ce qu'ont perdu extérieurement les parois par rayonnement », j'analyse ainsi de fait, et comme physicien, les fonctions de la vapeur après sa séparation d'avec la chaudière; l'énoncé précédent est une équation en langue ordinaire, et c'est la vraie équation, aussi nécessaire à l'algébriste qu'au physicien. Je puis ensuite me servir de cet énoncé de deux façons. Je puis décomposer les divers facteurs en leurs éléments et y substituer des lettres, pour en faire une équation algébrique : c'est, en réalité, ce qu'a fait M. Zeuner, depuis 1881, sous la forme particulière indiquée dans le texte, et en ajoutant de plus l'action de la provision hypothétique d'eau des espaces perdus. Je puis, au contraire, calculer immédiatement dans chaque cas particulier la valeur de chacun des facteurs en jeu et en faire l'addition positive et négative. J'arrive ainsi à un nombre final qui me permet de reconnaître si l'expérience d'où je pars a été faite exactement, et surtout si les raisonnements premiers que j'ai faits sur les fonctions de la vapeur pendant la détente sont corrects. C'est là la voie suivie par les Alsaciens depuis l'origine de leurs travaux; c'est, pour ce qui me concerne, ce que j'ai fait nettement déjà dès ma première édition de *Thermodynamique*, et, je le pense du moins, avec la clarté désirable, dans la dernière édition.

Cette manière de faire, de beaucoup la plus ancienne en date, constitue tout aussi bien la théorie pratique de la machine que la première. L'une appartient à l'Algèbre, l'autre à la

» Sans les expériences multiples des Alsaciens, sans les considérations de Physique et sans les raisonnements analytiques sur lesquels repose la détermination des éléments perturbateurs qu'ils ont mis en lumière, toute Algèbre eût échoué.

» Je citerai, à l'appui de ce qui est dit ici, deux faits frappants : 1° En partant de la théorie générique en contestant, comme cela a eu lieu pendant tant d'années, l'action thermique des parois dans les fonctions des machines à vapeur, on en était venu à nier l'utilité de la chemise à vapeur ; de grandes maisons de construction avaient commencé à abolir, de par la théorie même, l'emploi de ce perfectionnement, si longtemps inexpliqué, que nous devons au génie de Watt. L'abolition peut-être même eût été générale si, dans la plupart des grands ateliers, il n'avait existé des modèles, fort dispendieux, de cylindres à enveloppe, que l'on ne se souciait pas de détruire, et, avouons-le même, si la routine, d'habitude si contraire au progrès, n'avait cette fois protégé de toute sa puissance d'inertie un progrès réel, contesté à faux. Aucune Algèbre évidemment ne pouvait prévoir l'étendue de l'influence des parois par l'adjonction de l'enveloppe ; l'expérience seule, appuyée du secours de l'Analyse mathématique, a pu atteindre le but. Aujourd'hui, non seulement l'enveloppe à vapeur est partout restituée aux cylindres mêmes, mais on en est venu à remplir de vapeur les fonds et les couvercles de ceux-ci, que dis-je ! les pistons eux-mêmes. 2° En partant de la théorie générique, en ne tenant aucun compte de l'action possible des parois, beaucoup de très bons auteurs se sont entièrement mépris sur l'influence qu'exerce la surchauffe de la vapeur dans le rendement de la machine et l'ont réduite à une valeur en quelque sorte négligeable dans la pratique. Et ici la routine, reprenant son rôle pernicieux, a empêché, de par la théorie, l'extension d'un moyen puissant d'accroissement d'effet utile des moteurs. L'expérience, secondée par une analyse des plus délicates : 1° montre, d'une part, comme fait, qu'avec une machine à un cylindre, sans enveloppe à vapeur, marchant alternativement avec vapeur saturée et avec vapeur surchauffée, la dépense de vapeur pour

---

Physique; mais ce qui demeure bien évident, c'est que l'une eût été impossible sans l'autre.

Je viens de donner aux deux manières de procéder leurs caractères les plus extrêmes. J'ajoute maintenant que quiconque voudra rester juste trouvera qu'il y a suffisamment d'Algèbre, passablement correcte, dans les travaux des Alsaciens.

un même travail rendu tombe de 35 à 40 pour 100 du premier cas au second, 2° et montre d'autre part, comme interprétation, que, contrairement à tout ce qu'on pouvait attendre, la vapeur se *désurchauffe* en général pendant l'admission et tombe à l'état saturé, par suite de l'action puissante des parois, et que l'accroissement considérable d'effet utile du moteur, résultant de la surchauffe, dérive uniquement de ce que celle-ci empêche, pendant l'admission, l'énorme condensation de vapeur qui a lieu dans les machines sans enveloppe. Il est évident encore une fois qu'aucune Algèbre n'eût pu *a priori* prévoir et débrouiller un ensemble de phénomènes aussi complexes et aussi paradoxaux en apparence. L'Analyse mathématique a résolu le problème *a posteriori* et à l'aide de l'expérience. L'équation la plus élégante par laquelle on parviendra maintenant à représenter *simultanément* tout l'ensemble des phénomènes dérivant de la surchauffe ne pourra assurément prétendre à la nouveauté qu'à titre d'*énoncé purement algébrique*, et nullement comme un pas fait dans l'étude même des fonctions de la vapeur surchauffée. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur le rôle de l'inhibition dans une espèce particulière de mort subite et à l'égard de la perte de connaissance dans l'épilepsie.* Note de M. **Brown-Séquard.**

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Je me propose de faire à l'Académie une série de Communications ayant pour objet de montrer que l'inhibition (1) joue le plus grand rôle dans la production des pertes de fonction dans les affections des centres nerveux. Si j'ai raison, ce qu'enseigne l'inhibition conduira à des chan-

(1) Il est peut-être utile de répéter ici ce que j'entends par *inhibition :* c'est l'arrêt, la cessation, la suspension ou, si on le préfère, la disparition momentanée ou pour toujours d'une action, d'une fonction ou d'une activité dans un centre nerveux, dans un nerf ou dans un muscle, arrêt ayant lieu sans altération organique visible (au moins dans l'état des vaisseaux sanguins), survenant immédiatement ou à bien peu près après la production d'une irritation d'un point du système nerveux plus ou moins éloigné de l'endroit où l'effet s'observe. *L'inhibition est donc un acte qui suspend temporairement ou anéantit définitivement une fonction, une activité, etc.* (Voyez mon premier travail à ce sujet dans les *Comptes rendus*, vol. LXXXIX, octobre 1879, p. 647.)

gements radicaux dans les principales doctrines relatives à la Physiologie pure et à la Physiologie pathologique de ces centres. Je laisse ces conséquences de côté pour aujourd'hui, voulant me borner à montrer qu'il faut attribuer à l'inhibition la production des pertes de fonction et d'activité qui a lieu dans un type spécial de mort subite et à l'égard de la cessation soudaine de l'activité intellectuelle dans l'attaque d'épilepsie.

» L'exemple le plus remarquable du rôle que peut jouer l'inhibition dans les cas de lésion des centres nerveux se trouve dans un mode de mort subite que j'ai décrit dans plusieurs publications (*Journal de Physiologie*, 1858, p. 223; 1860, p. 151, et *Archives de Physiologie*, 1869, p. 767), et qui s'observe dans certains cas de lésion du bulbe rachidien ou des parties voisines dans l'encéphale et la moelle épinière. Il est très probable que c'est cette espèce de mort que M. Paul Bert a produite lorsqu'il a tué subitement divers animaux, et surtout des oiseaux, par la faradisation des nerfs vagues (*Comptes rendus* du 23 août 1869).

» Après une simple piqûre ou la section d'une petite partie du bulbe rachidien, si l'expérience réussit complètement (ce qui est très rare), on constate la *perte immédiate de toutes les fonctions et de toutes les activités de l'encéphale*. En même temps que cesse la respiration, ainsi que toute volition ou perception, les échanges entre les tissus et le sang dans tout l'organisme s'arrêtent aussi et le sang devient rougeâtre ou rouge dans les veines. La température s'abaisse avec une rapidité si grande, qu'il est difficile de s'expliquer cet abaissement uniquement par une absence, même complète, de production de chaleur. Le cœur n'est inhibé complètement ou extrêmement affaibli que dans un très petit nombre de cas. Il est néanmoins presque toujours un peu affaibli, bien que, dans certains cas, ces mouvements persistent plus longtemps que dans la mort ordinaire. Je laisse de côté des effets très remarquables que l'on peut observer à la moelle épinière, aux nerfs et aux muscles, effets tout à fait inverses de ceux que montre l'encéphale. Tous ces organes gagnent en puissance quant à leurs propriétés, et les muscles surtout sont tellement modifiés que la rigidité cadavérique, chez un chien, n'a fait place à la putréfaction qu'après 47 jours.

» Il serait tout naturel de supposer que c'est par suite d'une anémie causée par une contracture vasculaire dans l'encéphale que ce grand centre nerveux perd ses fonctions et ses activités, lorsque le bulbe a été irrité. Il n'en est pourtant pas ainsi. En premier lieu, la section des deux nerfs grands sympathiques cervicaux, qui ne permet plus aux vaisseaux du cer-

veau de se contracter par action réflexe, n'empêche pas la lésion bulbaire de produire les effets que j'ai décrits. En second lieu, dans des expériences variées et nombreuses où j'ai arrêté aussi complètement que possible la circulation dans les lobes cérébraux, sans avoir lésé le bulbe, je n'ai jamais produit la perte ou même une diminution notable et immédiate des fonctions et des activités de ces centres nerveux. En troisième lieu, la cessation complète de circulation, non plus dans les lobes cérébraux seuls, mais dans l'encéphale entier, comme l'ont déjà vu Kussmaul et Tenner, produit un état radicalement opposé à celui de l'espèce de mort dont je m'occupe. Une véritable lutte a lieu dans l'organisme entier sous l'influence de la suspension soudaine de circulation dans les centres intra-crâniens. Au lieu de la cessation absolue de tout mouvement (excepté dans le cœur et à un faible degré dans l'intestin), au lieu de cet état passif de presque tout l'organisme se montrant quelquefois après une lésion bulbaire, il y a, dans ce cas, une suractivité du cœur et des muscles respirateurs, en même temps que des convulsions violentes éclatent dans toutes les parties du corps, y compris les muscles de la vie organique. Il faut donc rejeter complètement la supposition que c'est à une cessation de circulation qu'est due la perte des fonctions et des activités de l'encéphale dans le cas d'une lésion du bulbe.

» La définition que j'ai donnée de l'inhibition montre que c'est à un acte inhibitoire, provenant de la transmission à tout l'encéphale de l'irritation bulbaire, que nous devons attribuer la perte des activités et des fonctions du grand organe intra-crânien. Dans ce cas, conséquemment, nous voyons la perte de connaissance, l'anesthésie, la paralysie, l'amaurose, survenir par inhibition. En est-il ainsi dans d'autres cas? C'est ce que je vais essayer d'établir pour l'une de ces manifestations morbides, la perte de connaissance, dans l'attaque d'épilepsie, laissant de côté pour aujourd'hui la production de ce phénomène dans l'apoplexie, dans le sommeil et d'autres circonstances encore. On sait que j'ai trouvé que cette affection peut presque toujours être produite chez certains animaux, par certaines lésions des nerfs spinaux ou de la moelle épinière. On sait aussi que je puis à volonté, chez ces animaux devenus épileptiques, donner lieu à l'attaque. J'ai ainsi pu, chez eux, faire les recherches suivantes à l'égard de la perte de connaissance. Choisissant des individus chez lesquels la maladie avait acquis une intensité exceptionnelle, j'ai mis à nu le cerveau et j'ai pu voir quelquefois que les vaisseaux de la pie-mère se contractaient au début de l'attaque en même temps que la con-

naissance se perdait. J'ai cru longtemps que la perte de connaissance, dans ces cas, comme chez l'homme atteint de petit-mal ou d'épilepsie totale, dépendait entièrement de la contracture vasculaire dont j'avais constaté l'existence. Mais j'ai trouvé depuis que ce symptôme est essentiellement et primitivement dû à une cause bien plus efficace. C'est celle qui produit aussi la perte de l'activité intellectuelle dans l'espèce de mort dont j'ai parlé. En effet, j'ai pu produire l'attaque convulsive avec perte complète de connaissance chez des animaux ayant eu les deux nerfs grands sympathiques coupés au cou et chez lesquels conséquemment la circulation n'a pu être arrêtée. En outre, la connaissance se perd quelquefois trop rapidement après l'irritation de la zone cutanée épileptogène pour que l'on puisse voir là l'effet d'une cessation de circulation cérébrale, quelque complète qu'on la suppose. Dans de telles circonstances, la définition que j'ai donnée de l'inhibition montre ici encore que c'est à cette puissance qu'il faut attribuer la perte d'activité qui a lieu.

» *Conclusion.* — Les pertes de fonction et d'activité de l'encéphale, dans certaines circonstances, sont de purs effets d'inhibition, provenant d'une irritation plus ou moins lointaine. »

VITICULTURE. — *Influence de l'humidité souterraine et de la capillarité du sol sur la végétation des vignes.* Note de M. **J.-A. Barral.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Boussingault.)

« L'immunité des vignes contre les atteintes du Phylloxera dans les sables d'Aigues-Mortes est un fait bien constaté. On l'explique par cette considération que l'insecte dévastateur ne peut pas se mouvoir facilement dans les sables très fins et qu'il s'y déplaît. Mais l'analyse du sable ne permet pas de se rendre compte de la fécondité qu'y trouve la vigne. On y récolte très souvent entre 150 et 200^{hlit} de vin par hectare; les vendanges s'y élèvent même parfois au delà de 300^{hlit} de vin avec le cépage aramon. Or la matière organique du sol desséché à 100° ne s'élève pas à plus de 2 pour 100, tandis que la matière minérale est formée d'un sable calcaire dosant 75 pour 100 de silice, 20 à 22 pour 100 de carbonate de chaux, moins de 1 pour 100 de silicate d'alumine et de potasse, 0,25 de sesquioxyde de fer, 0,03 d'acide phosphorique. Les matières azotées s'élèvent, dans les parties les plus fertiles, à 0,82 pour 100 (0,13 d'azote); c'est que là on emploie jusqu'à 100^{mc} de fumier, que l'on va chercher à Cette par bateau

et que l'on amène à Aigues-Mortes par le Grau-du-Roi et par le canal de Beaucaire à la mer. Ce fumier est, il est vrai, très riche; j'y ai trouvé 11 pour 100 de matières azotées après l'avoir desséché, ou 6,16 à l'état normal, de telle sorte que, peu après avoir donné la fumure, on trouve des quantités d'ammoniaque considérables dans le sable fécondé; mais le fumier y est vite dévoré sous l'ardeur du soleil. Les pluies sont rares; dans la plupart des années, il ne tombe presque pas d'eau entre avril et septembre, ce qui n'empèche pas d'avoir de magnifiques vendanges. Pour expliquer à la fois la résistance et la fécondité du vignoble d'Aigues-Mortes, je résolus de le parcourir, la sonde à la main, pour en étudier par comparaison le sol et le sous-sol.

» Je fus accompagné dans mon expédition, entre autres personnes, par M. Bayle, agriculteur à Aigues-Mortes, à qui l'on doit d'avoir révélé la résistance des vignes plantées dans les sables au milieu d'une région où toutes les autres vignes avaient succombé sous l'invasion phylloxérique. Avec le concours de M. Bayle, j'ai pu tout d'abord circonscrire la région présentant la précieuse immunité; elle s'étend des environs de Saintes-Maries jusqu'à Palavas; Aigues-Mortes en est à peu près le centre; elle embrasse environ 6000 hectares. On peut voir qu'elle n'est pas continue, mais qu'elle est entrecoupée par des étangs et par des terres dites *des salants* qui sont improductives ou ne portent que des plantes salicornes. Les sondages ont révélé cette circonstance caractéristique qu'alors qu'il n'était pas tombé de pluie depuis plus de trois mois (nous étions à la fin de juin), on ne trouvait que moins de 1 pour 100 d'eau dans les premiers 20 centimètres de profondeur, de 6 à 12 selon les lieux, à 1^m de profondeur, de 18 à 21 pour 100 entre 2^m et $2^m,25$. Dans tous les sables fertiles de la région d'Aigues-Mortes, ce fait est constant; l'eau douce qui les mouille au point de les rendre parfois fluides dès la profondeur de 1^m me paraît être la cause de la vigueur de la végétation du vignoble d'Aigues-Mortes ([1]); la capillarité de toute la couche sableuse fournit aux racines de la vigne l'humidité nécessaire à la plante et à son beau feuillage, à ses abondants et nombreux raisins, malgré l'absence de la pluie.

» J'ai d'ailleurs voulu vérifier le fait dans le laboratoire, en comparant, sous le point de vue de la capillarité, le sable d'Aigues-Mortes à un autre

---

([1]) Dans son Livre la *Région du Bas-Rhône*, M. Charles Lenthéric, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a déjà signalé le rôle de la couche inférieure d'eau douce, mais sans soupçonner son importance pour la végétation de la vigne.

sable pris dans les Landes de Gascogne par M. de Dampierre, sur la propriété de Laon, commune de Messanges, arrondissement de Dax; ce sable est de même finesse, mais nullement calcaire et entièrement siliceux (98 pour 100 de silice, 0,5 d'argile). Il se distingue d'ailleurs par ce fait qu'il est à réaction acide, tandis que le sable d'Aigues-Mortes est à réaction alcaline. J'ai pris trois tubes de verre de $0^m,020$ de diamètre intérieur, $0^m,024$ de diamètre extérieur et de 1^m de hauteur, plus un quatrième tube capillaire (0,006 de diamètre extérieur et $0^m,004$ de diamètre intérieur); j'ai rempli les tubes n°s 1 et 2 avec du sable d'Aigues-Mortes pris en deux places différentes, le tube n° 3 avec du sable des Landes, le n° 4 (capillaire) avec le même sable d'Aigues-Mortes que le n° 1. Ces tubes sont fermés à la base par un morceau de toile fine; ils plongent de $0^m,05$ dans un vase rempli d'eau que l'on entretient continuellement au même niveau; à côté se trouve un tube capillaire de même diamètre que le n° 4 et dans lequel on constate que le niveau de l'eau reste à une hauteur constante de $5^{mm},5$.

» L'expérience démontre qu'il a fallu à l'eau : dans le tube n° 1, dix jours pour s'élever à $0^m,474$; dans le tube n° 2, onze jours pour s'élever à $0^m,479$; dans le tube n° 3, cent quarante-neuf jours pour s'élever à $0^m,478$; dans le tube n° 4, sept jours pour s'élever à $0^m,486$. L'expérience démontre aussi que du 10 août au 10 novembre 1882 (quatre-vingt-dix-sept jours), l'eau s'est élevée à $0^m,781$ dans le tube n° 1, à $0^m,758$ dans le tube n° 2, à $0^m,392$ seulement dans le tube n° 3, à $1^m,06$ dans le tube n° 4. Enfin, le 8 janvier, l'eau avait atteint $0^m,853$ dans le n° 1, $0^m,837$ dans le n° 2, $0^m,478$ dans le n° 3. La hauteur du tube était atteinte dans le n° 4. J'ai installé, pour continuer les expériences, des tubes de $2^m,25$ de hauteur et $0^m,081$ de diamètre intérieur, afin d'écarter toute influence provenant de l'action attractive du verre, et afin de chercher à quelle hauteur plus grande l'eau peut s'élever capillairement dans le sable, pour pouvoir comparer le sable calcaire d'Aigues-Mortes avec le même sable dépouillé de son calcaire par le lavage avec une eau acide; afin d'essayer de mesurer en outre l'ascension capillaire dans un sable portant supérieurement une culture. En attendant, il demeure acquis que l'eau monte très rapidement par capillarité dans le sable d'Aigues-Mortes, très lentement dans le sable des Landes.

» La capillarité qui amène du fond dans les vignes l'eau souterraine est-elle réellement cause de la végétation des corps? L'expérience suivante le prouve.

» Un wagon plein de sable d'Aigues-Mortes a été expédié, sur l'ordre de M. Talabot, par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, au cap Pinède,

à Marseille, où le sable a été placé dans une fosse de 2^m de largeur sur 6^m de longueur, à sol argileux, au milieu de vignes phylloxérées traitées par le sulfure de carbone. Les pieds de vignes plantés dans la couche de sable n'ont pas eu le Phylloxera, quoique non traités, mais ils ont végété sans prendre l'aspect luxuriant des vignes d'Aigues-Mortes ; ils souffraient de l'absence d'eau que le sable ne pouvait emprunter au sous-sol resté presque sec.

» Mes études sont d'ailleurs une confirmation des doctrines que M. Chevreul professe depuis longtemps relativement à l'influence des eaux souterraines en Agriculture.

» En 1873, lorsque M. Bayle signala les caractères des sables d'Aigues-Mortes, au point de vue de la résistance des vignes au Phylloxera, les 6000^{ha} de terres sablonneuses se répartissaient comme il suit : 500^{ha} en vignes, 500^{ha} en pins-pignons, 800^{ha} en cultures diverses et 4200^{ha} en terres fermes couvertes de mauvais pâturages. En 1882, on comptait 4000^{ha} plantés en vignes, dont 3000^{ha} en production; la valeur des terres, qui était de 500^{fr} à 1000^{fr} en 1873, est actuellement de $5\,000^{fr}$ à $10\,000^{fr}$. La ville d'Aigues-Mortes, et son port qui étaient ruinés, renaissent à la prospérité.

» En résumé, les abondantes vendanges proviennent du réservoir d'eau existant dans le sous-sol et montant vers les racines des ceps par capillarité. »

M. **Ed. Perrin** donne lecture d'une Note relative aux détails d'installation de la mission qu'il a dirigée pour l'observation du passage de Vénus, à Bragado, mission organisée par la province de Buenos-Ayres.

Les résultats obtenus par cette mission seront publiés ultérieurement, avec les autres documents fournis par les divers observateurs.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur le soufrage de la vigne en Grèce.* Note de M. **Gennadius**, présentée par M. Boussingault.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« Dans le dernier numéro du *Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France*, n° 8, p. 52, M. Bouchardat a fait une Communication *Sur la disparition presque complète, en 1881, de l'oïdium en basse Bourgogne, et sur la cause de sa disparition*, qu'il attribue aux gelées de l'hi-

ver 1879-1880. D'après mes observations, cette opinion n'est pas fondée. L'hiver de 1879-1880 a été, en Grèce aussi, exceptionnellement rigoureux; pendant la campagne viticole de 1880, l'oïdium n'a pas cessé d'attaquer nos vignes, malgré les soufrages répétés. Pendant cette année, j'ai observé moi-même l'oïdium depuis le commencement de la floraison jusqu'à la fin du mois d'août, chose tout à fait exceptionnelle, pour notre pays au moins, d'après le dire des plus vieux vignerons.

» Chez nous, on soufre abondamment deux à quatre fois dans la saison, selon les circonstances atmosphériques, et l'on emploie, à chaque soufrage, 30^{kg} à 50^{kg} de soufre par hectare. Ces soufrages abondants sont indispensables pour préserver la vigne et son fruit contre les attaques de l'oïdium, qui, presque par toute la Grèce, se développe avec une facilité et une rapidité sans égales.

» A la suite de la précédente Communication de M. Bouchardat et des observations d'autres membres de la Société, M. Dumas a appelé l'attention de la Société sur l'intérêt qu'il y aurait à entreprendre des recherches pour reconnaître la présence et la proportion des vapeurs sulfureuses dans l'air qui entoure les vignes soumises au soufrage, de manière à montrer que c'est cette vapeur qui tue l'oïdium (p. 525).

» Pour moi, cette question est résolue par les considérations suivantes. Dans les régions vinicoles de la Grèce, on regarde le soufrage comme réussi quand il a été fait pendant une journée sans vent, sans pluie, sans nuages et avec un soleil ardent. Il faut que ces conditions durent au moins vingt-quatre heures après le soufrage. Si, avant ce temps, il arrive un changement important dans l'atmosphère, le soufrage doit être répété, autrement la maladie peut réapparaître. Après le soufrage, si le temps est favorable dans la journée, tout le vignoble exhale une forte odeur sulfureuse, qui remplit l'atmosphère et qui dure presque jusqu'au coucher du soleil. Après ces vingt-quatre heures, pendant lesquelles les vignes sont enveloppées par des vapeurs sulfureuses, si la maladie était déjà accentuée dans le vignoble, elle s'arrête; si elle ne s'était pas encore déclarée, elle n'apparaît pas pendant quelque temps, un mois à peu près, intervalle après lequel on doit soufrer de nouveau.

» L'exhalaison de vapeurs sulfureuses après le soufrage ne peut pas avoir lieu si le ciel est nuageux. La pluie et le vent emportent le soufre et l'effet utile ne se produit pas. C'est pourquoi, dans les circonstances signalées plus haut, on doit répéter le soufrage pour arriver à prévenir et à arrêter la maladie.

» Ainsi, ce sont les vapeurs sulfureuses et non pas le soufre en poudre qui tue les spores de l'oïdium se trouvant dans l'atmosphère du vignoble et sur la vigne elle-même. La poudre de soufre peut agir contre cette maladie, seulement d'une manière mécanique, en couvrant les parties tendres de la vigne et en les em pêchant ainsi d'être en contact avec les spores du champignon qui sont transportées par l'atmosphère. Mais ce résultat peut être obtenu aussi bien avec toute autre poudre, pourvu qu'elle soit fine. Ainsi, on peut arriver à préserver les vignes de l'oïdium en les saupoudrant avec de la chaux ou même de la terre très fine; on en voit l'efficacité sur les vignes qui bordent les routes assez fréquentées et poudreuses; ces vignes, sans être jamais soufrées, sont rarement attaquées par l'oïdium.

» Ce sont les vapeurs sulfureuses qui préservent de l'oïdium les vignes des environs du Vésuve et de l'île de Théra (Santorin), vignes qui ne sont jamais soufrées. Un seul fait (du moins, c'est le seul que je connaisse) peut mettre en doute mon opinion sur la manière dont le soufre agit contre l'oïdium; mais ce fait peut parfaitement bien s'expliquer. Il arrive parfois, après la réussite d'un soufrage, qu'on rencontre dans le vignoble un ou plusieurs ceps continuant à être attaqués par l'oïdium, malgré la continuité du temps favorable pendant lequel on a exécuté le soufrage. Ceci, sans doute, est dû à l'intensité avec laquelle sévissait la maladie sur les ceps avant le soufrage, dont les effets n'ont pas été suffisants pour la détruire complètement.

» Telle est mon opinion sur le soufrage, opinion basée sur des observations attentives depuis quelques années. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les blés germés.* Mémoire de M. **BALLAND**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot, H. Mangon.)

« *Conclusions.* — En comparant entre eux les résultats contenus dans les tableaux numériques insérés dans ce Mémoire, on voit que les blés germés contiennent la même quantité de matières azotées que les blés ordinaires de même provenance; qu'ils sont plus riches en sucre et en ligneux (aux dépens de l'amidon) et plus pauvres en matières grasses. Ces faits sont conformes aux recherches de M. G. Henry, sur la germination des graines oléagineuses, et aux expériences plus récentes de M. Boussingault, sur la végétation dans l'obscurité.

» Les blés germés ne renferment pas plus d'eau que les blés de la même région, récoltés dans de bonnes conditions atmosphériques.

» Le gluten a été modifié profondément : il a perdu toutes les qualités qui le rendent si précieux dans le travail de la panification ; il est devenu mou, noir, visqueux ; il s'est désagrégé et en partie transformé en albumine soluble.

» L'acidité est toujours plus forte. Traduite en acide sulfurique monohydraté, elle peut s'élever à $0^{gr},044$ pour 100, soit 44^{gr} par quintal métrique. Elle paraît en rapport avec le degré d'altération du gluten.

» Je reviendrai sur ces deux points dans un prochain travail, sur la conservation des farines destinées à nos approvisionnements de guerre.

M. **Réveillère** adresse, par l'entremise de M. du Moncel, une Note relative au magnétisme terrestre.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Th. du Moncel.)

M. É. **Delaurier** adresse une Note relative à une pile régénérable.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. **Manerini** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Traité théorique et pratique de l'alimentation. »

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** informe l'Académie que M. *P. Hariot*, désigné par elle pour être adjoint, comme naturaliste, à la mission du cap Horn, vient de recevoir les instructions qui lui permettront de rejoindre la mission.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les covariants et invariants des formes binaires.* Note de M. **R. Perrin**.

« M. Stephanos a communiqué récemment à l'Académie une méthode par laquelle il a pu calculer un grand nombre de relations ou *syzygies*, entre les invariants et covariants droits (de caractère pair) de la forme

binaire du sixième ordre. Je m'occupe, depuis quelque temps, du problème plus général qui consiste à obtenir les syzygies fondamentales, existant entre tous les invariants et covariants d'une forme binaire ou d'un système de formes binaires d'ordre quelconque, et cela sans avoir recours au calcul symbolique, mais en suivant la voie ouverte par MM. Cayley et Roberts, c'est-à-dire en considérant, au lieu des covariants, les *semi-invariants* ou *péninvariants*. On sait, en effet, que, un péninvariant étant donné, le covariant dont il est la source est entièrement déterminé et calculable, terme par terme, et que toute identité démontrée entre des péninvariants existe aussi entre les covariants correspondants. D'autre part, on sait, par la théorie des covariants associés (et il est facile de vérifier directement) que, si l'on désigne par U la forme binaire $(a, b, c, \ldots \between x, y)^n$, par H, H′, H″, ... la série de ses covariants du second degré par rapport aux coefficients et d'ordres successifs $2n-4$, $2n-8$, $2n-12$, ... par rapport aux variables (le premier étant le hessien), enfin par K, K′, K″, ... la série des jacobiens de H, H′, ... et de U, on a l'identité

$$(1)\quad \begin{cases} U = u\Big[X^n + \frac{n(n-1)}{1.2} hX^{n-2}Y^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} kX^{n-3}Y^3 \\ \qquad + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}(u^2h' - 3h^2)X^{n-4}Y^4 + \ldots\Big], \end{cases}$$

dans laquelle u, h, h', ... désignent respectivement les péninvariants sources des covariants U, H, H′, ..., et X, Y de nouvelles variables définies par la substitution

$$(2)\qquad x = X - bY, \quad y = aY,$$

dont le déterminant est a, c'est-à-dire u. Il suffit donc, connaissant l'expression d'un péninvariant v en fonction de $a, b, c, \ldots$, d'y faire $a = 1$, $b = 0$, $c = h$, $d = k$, $e = u^2h' - 3h^2$, ..., et d'égaler le résultat à v multiplié par une puissance de u choisie de manière à rétablir l'homogénéité, pour obtenir une identité entre les péninvariants u, h, h', ... et v, et, par conséquent, une syzygie entre les covariants correspondants.

» On arrive presque toujours ainsi à des syzygies relativement simples; mais le calcul deviendrait très laborieux ou même impraticable si l'on voulait appliquer ce procédé à des péninvariants compliqués, tels que les invariants du douzième et du dix-huitième degré de la forme du cinquième ordre, qui contiennent respectivement plus de deux cents et de huit cents

termes. Je suis parvenu à le rendre applicable dans tous les cas, grâce au théorème suivant, qui ne me paraît pas avoir encore été énoncé :

» *Soit donné un système composé d'autant de formes binaires indépendantes et de tel ordre qu'on voudra de tous leurs invariants et covariants. Soit*

$$(3) \qquad U = Ax^n + nBx^{n-1}y + \frac{n(n-1)}{1.2}Cx^{n-2}y^2 + \ldots$$

une quelconque *des formes du système. Si l'on effectue la substitution*

$$(4) \qquad x = X - BY, \quad y = AY,$$

tous les coefficients, dans toutes les formes du système, deviendront des péninvariants.

» Le fait est évident pour U, qui prend la forme (1); car, la substitution (4) n'altérant nulle part le coefficient de la plus haute puissance de x, u de la formule (1) est identique à A, qui était source de U et, par suite, péninvariant; h, h', ... sont les sources de covariants de U, par conséquent de formes du système considéré : ce sont donc des péninvariants; donc il en est de même de uh, uk, ..., c'est-à-dire de tous les coefficients de U après la substitution.

» Il reste à prouver qu'il en est encore de même pour une autre forme quelconque V du système. Soit

$$(5) \qquad V = vX^p + v_1X^{p-1}Y + v_2X^{p-2}Y^2 + \ldots$$

ce qu'est devenu V par la substitution (4). v est tout d'abord un péninvariant, comme étant la source de V avant la substitution; puis formons le jacobien W de U et V, en calculant $\frac{dU}{dX}$, $\frac{dU}{dY}$, $\frac{dV}{dX}$, $\frac{dV}{dY}$ au moyen de (1) et de (5). Il viendra

$$W = wX^{n+p-2} + w_1X^{n+p-3}Y + w_2X^{n+p-4}Y^2 + \ldots$$

avec les valeurs suivantes des coefficients :

$$(6) \qquad \begin{cases} w = nv_1, \\ w_1 = n[2v_2 - p(n-1)hv], \\ w_2 = n\left[3v_3 + \frac{(n-1)(n-2p)}{2}hv_1 - \frac{(n-1)(n-2)p}{2}kv\right] \ldots . \end{cases}$$

» La première de ces relations montre que v_1 est égal à w, à un facteur numérique près. Mais w est un péninvariant, comme source de W avant

la substitution : v_1 est donc un péninvariant. Or V était une forme quelconque du système : il est donc démontré que le *second* coefficient de toute forme du système est devenu un péninvariant. Dès lors il en est ainsi de w_1, et par suite de v_2, en vertu de la seconde des relations (6) ; par conséquent du *troisième* coefficient de toute forme du système, donc de w_2, et ainsi de suite. Le raisonnement pouvant être poursuivi indéfiniment, le théorème se trouve démontré dans toute sa généralité.

» Ce théorème présente une importance capitale dans la théorie des formes binaires, au point de vue où je me suis placé : il permet d'effectuer les opérations ordinaires servant à former et à définir des invariants et covariants, sur des formes successives dont tous les coefficients sont déjà des péninvariants, en sorte que la définition même de chaque forme nouvelle permet d'écrire la syzygie qui la relie aux formes déjà connues. De plus, toute syzygie peut être considérée comme exprimant qu'un certain covariant composé, d'ordre p par exemple, est identiquement nul : dès lors, le second, le troisième, ..., le $(p+1)^{\text{ième}}$ coefficient de ce covariant sont aussi identiquement nuls : de la syzygie donnée, on peut donc déduire p autres syzygies. Enfin la forme-base U, c'est-à-dire celle dont on fait disparaître le second terme, pouvant être choisie à volonté, on peut obtenir autant de représentations typiques différentes qu'on voudra pour les formes d'un même système.

» Il est d'ailleurs aisé de vérifier que, si V est une forme quelconque d'ordre m, appartenant au même système que la forme-base U, et si J, J′, J″, ... est la série des covariants simultanés, linéaires par rapport aux coefficients de U et V, et d'ordres successifs $m+n-2$, $m+n-4$, $m+n-6$, ... (dont le premier est le jacobien), la substitution (4) donne à V la forme suivante

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{V} = {} & v\mathrm{X}^m + mj\mathrm{X}^{m-1}\mathrm{Y} + \frac{m(m-1)}{1.2}(uj' - hv)\mathrm{X}^{m-2}\mathrm{Y}^2 \\ & + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}(u^2j'' + kv - 3jh)\mathrm{X}^{m-3}\mathrm{Y}^3 \\ & + \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}(u^3j''' - u^2h'v - 6uhj' + 4jk + 9h^2v)\mathrm{X}^{m-4}\mathrm{Y}^4 \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}\right.$$

laquelle se réduit bien à la forme (1) si V = U, et d'où l'on tire facilement la théorie générale de tous les systèmes formés de plusieurs formes binaires simultanées, en la discutant pour chaque valeur particulière de n et de m.

» Dans une prochaine Communication, si l'Académie veut bien le permettre, je résumerai les résultats auxquels m'a conduit l'application de la méthode dont je viens d'indiquer le principe à l'étude de la forme binaire du cinquième ordre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la théorie et les expériences de MM.* Mercadier *et* Waschy, *tendant à établir la non-influence du diélectrique sur les actions électrodynamiques.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« MM. Mercadier et Waschy [1] se sont proposé de montrer, par des considérations théoriques d'abord, par l'expérience ensuite, que le coefficient de la formule d'Ampère est une constante « absolue », c'est-à-dire indépendante du milieu ou diélectrique au travers duquel s'exercent les actions électrodynamiques et électromagnétiques, d'où résulterait que le système des mesures électromagnétiques serait le seul système rationnel, celui qui fournirait les vraies dimensions des quantités électriques.

» Dans une Note du 22 janvier, j'ai exprimé les doutes que m'inspirait une loi qui serait la négation de l'influence du diélectrique sur les actions à distance, du moins lorsque celles-ci sont d'origine électrodynamique, négation qui semble difficilement acceptable dans l'état présent de la science. Depuis, MM. Mercadier et Waschy ont produit des expériences qui leur paraissent de nature à les faire persévérer dans leurs vues.

» Je vais donc essayer : 1° de démontrer directement l'impossibilité de la loi énoncée; 2° d'expliquer pourquoi les preuves expérimentales que ses auteurs en fournissent ne me semblent pas concluantes.

» Le coefficient k, que MM. Mercadier et Waschy ont introduit dans la formule de Coulomb, a une signification tout indiquée par la théorie de la polarisation diélectrique. Il varie, ainsi qu'ils l'ont rappelé eux-mêmes, en raison inverse de la capacité inductive spécifique du milieu où l'on se trouve, capacité que Maxwell désigne par la lettre K. Et, comme en mesure électrostatique on a, dans l'air, $k = 1$, et aussi $K = 1$, puisque Maxwell prend la capacité inductive spécifique de l'air pour unité électrostatique de cette quantité, on a simplement

$$(1) \qquad k = \frac{1}{K},$$

[1] Voir *Comptes rendus* des 8, 22, 29 janvier 1883.

formule qui se déduirait d'ailleurs aussi de la définition même que donne Maxwell de son coefficient K.

» Je dis que le coefficient k', que MM. Mercadier et Waschy ont introduit sans le définir dans la formule d'Ampère et celle de Coulomb (magnétisme), a de même une signification précise : c'est la *perméabilité magnétique* de Thomson ou la capacité inductive magnétique de Maxwell, que celui-ci désigne par la lettre μ.

» En effet, si l'on appelle U le potentiel en un point M d'un champ magnétique formé de courants ou d'aimants, ou des deux, ce potentiel étant défini comme d'habitude, c'est-à-dire sans mettre le coefficient k' dans les formules, alors les composantes de la force magnétisante au point M seront, d'après MM. Mercadier et Waschy,

$$-k'\frac{\partial U}{\partial x}, \quad -k'\frac{\partial U}{\partial y}, \quad -k'\frac{\partial U}{\partial z}.$$

» Elles sont d'ailleurs, d'après la théorie de l'induction magnétique de Poisson-Maxwell,

$$-\mu\frac{\partial U}{\partial x}, \quad -\mu\frac{\partial U}{\partial y}, \quad -\mu\frac{\partial U}{\partial z};$$

on a donc bien $k' = \mu$.

» Au reste, cette identité ressort aussi nettement des propositions qui ont servi de point de départ à mes contradicteurs. Ils ont admis, en effet, que si le milieu considéré est diaphane et que V désigne la vitesse de la lumière dans ce milieu, on a $\frac{k}{k'} = V^2$, ou, à cause de (1), $k' = \frac{1}{KV^2}$. Or Maxwell a trouvé, pour la vitesse de la lumière, l'expression $V = \frac{1}{\sqrt{K\mu}}$, d'où résulte bien $k' = \mu$.

» Le coefficient k' étant ainsi bien défini, l'impossibilité de la loi énoncée ressort d'elle-même. Dire en effet que k' ou son égal μ est une constante *absolue*, c'est-à-dire indépendante du milieu, c'est dire que tous les corps de l'univers ont même perméabilité magnétique ou même capacité inductive magnétique, que, par suite, plongés en un lieu déterminé d'un champ magnétique donné, tous y subiront la même induction magnétique, ce qui naturellement n'a pas lieu.

» Ce qui précède, en prouvant l'inexactitude de la loi proposée, permet aussi facilement de mettre en relief ce qui a séduit les deux habiles physiciens. Ils ont admis comme point de départ : 1° la formule susmentionnée

$\frac{k}{k'} = V^2$; 2° cette autre loi de Maxwell $k = V^2$ (je supprime leur coefficient numérique α), d'où résulte bien $k' = 1$ ou $\mu = 1$.

» Mais il va de soi que ce résultat ne s'applique qu'aux milieux diaphanes. Si les auteurs s'étaient bornés à dire que, *dans de tels milieux*, le coefficient k' est une constante *absolue*, ou indépendante du milieu, ils auraient déjà commis une petite erreur, car les formules 1° et 2°, que je viens de rappeler, ne sauraient représenter des lois théoriques, mais des approximations dont le degré précis n'est même pas connu et ne saurait l'être aujourd'hui. Cela est si vrai qu'on ne sait même pas, autrement que par conjecture, si la vitesse V qui entre dans ces formules est celle de la lumière rouge ou de la violette, ou de tout autre intermédiaire, et si c'est la vitesse de la même lumière qui entre dans les deux. Ainsi, la seule conséquence qu'il était permis aux auteurs de tirer de leurs prémisses, c'était celle-ci : que le coefficient k' est *sensiblement* le même pour tous les milieux diaphanes ou, en d'autres termes, que tous les milieux diaphanes ont *à peu près* la même perméabilité magnétique que l'air. Mais, réduite à ces termes, la proposition n'était pas nouvelle. Elle a été donnée par Maxwell lui-même, avec la réserve d'*approximation* que j'indique [1]. L'ériger en loi, même pour les milieux diaphanes, était donc déjà une chose prématurée, et l'étendre aux milieux non diaphanes n'est pas permis.

» Il me reste peu de chose à ajouter pour montrer pourquoi le succès des expériences produites est chimérique. MM. Mercadier et Waschy ont opéré sur les six milieux : air, alcool, huile, glycérine, benzine et pétrole. Ils ont le droit de conclure, de leurs expériences, que les cinq derniers ont sensiblement la même capacité inductive magnétique que le premier. Cette conclusion, je l'admets sans réserve, ne mettant pas un instant en doute le soin et le talent avec lesquels ont été conduites des expériences auxquelles a pris part un physicien aussi habile que M. Mercadier; mais si, au lieu de placer dans le champ magnétique créé par leurs courants des substances aussi faiblement magnétiques que celles qu'ils ont employées, ils y plaçaient une substance dont la perméabilité magnétique soit beaucoup plus grande que celle de l'air, c'est-à-dire des plaques de fer, il est bien évident que les choses se passeraient tout autrement que dans leur expérience, et

---

[1] There are no transparent media for which the magnetic capacity differs from that of air more than by a *very small fraction*. Hence *the principal part* of the difference between these media must depend on their dielectric capacity (*Electricity and Magnetism*, § 788).

que l'inexactitude de leur loi se manifesterait expérimentalement; les considérations théoriques qui précèdent ne peuvent laisser aucun doute à cet égard. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode générale pour renforcer les courants téléphoniques;* par M. **James Moser.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une méthode pour renforcer les courants téléphoniques.

» J'ai employé cette méthode à Paris pour transmettre la parole et la musique à cent téléphones récepteurs au moyen d'*un seul fil* souterrain, et j'ai également transmis la parole à grande distance sur les lignes de l'État pour deux récepteurs. La dernière expérience a été faite entre Nancy et Paris. On parlait et entendait sans effort.

» L'idée qui m'a guidé est simple. Concevons le circuit induit d'une transmission téléphonique. Ici la force électromotrice est produite dans la bobine induite, et elle est absorbée par la contre-force des téléphones récepteurs et par la résistance. *Cette bobine induite est donc, pour ce courant variable, ce qu'est un élément de pile pour un courant constant.*

» Si nous augmentons le nombre des récepteurs ou la résistance dans un circuit téléphonique, l'intensité sera diminuée. Mais, comme on augmente l'intensité d'un courant constant en y introduisant plus d'éléments de pile, j'ai cherché à renforcer l'intensité de ce courant induit téléphonique et à la ramener à sa valeur initiale en y introduisant plus de bobines induites. L'augmentation du nombre des bobines induites entraînera celle des bobines inductrices et nous fera accroître l'intensité du courant inducteur.

» J'ai réussi, par mes expériences, à réaliser cette conception théorique.

» Désignons par I l'intensité du courant inducteur, par i et r l'intensité et la résistance du courant induit, et par P, S, T les coefficients d'induction; l'intensité du courant induit s'exprime par l'équation

$$(1) \qquad i = \frac{1}{r}\left(\frac{\mathrm{P}\,d\mathrm{I}}{dt} - \mathrm{S}\frac{di}{dt} - \frac{d\mathrm{T}i}{dt}\right).$$

L'amplitude de vibration du téléphone récepteur augmentera avec Mi, M étant l'intensité du champ magnétique du téléphone récepteur.

» Supposons que le circuit induit ait contenu jusqu'ici une bobine et 4 téléphones récepteurs. En y introduisant maintenant 96 récepteurs au

lieu de 4, nous multiplions la résistance et la contre-force par 24, en négligeant pour le moment la résistance de la ligne. Pour rétablir l'intensité initiale, il nous faut augmenter le nombre des bobines induites dans la même proportion, en en mettant 24 au lieu d'une seule. Pour pouvoir prendre 24 bobines induites, il nous faut 24 bobines inductrices. Au lieu de dI, il nous faut donc $24dI$.

» Pour multiplier la variation par 24, je me suis d'abord servi de 24 circuits inducteurs séparés. Mais j'ai fini par réunir ces 24 courants élémentaires en un seul, ayant une intensité 24 fois supérieure. Ce courant inducteur est produit par une pile de grande surface, par exemple par des accumulateurs.

» Au premier abord, on pourrait croire inutile de prendre des accumulateurs; car ce n'est que de la variation que paraît dépendre l'intensité du courant induit. Cependant, de la loi d'Ohm $I = \frac{E}{R}$, nous déduisons la variation

$$dI = -\frac{E}{R^2}dR,$$

ou

$$dI = -I\frac{dR}{R}. \tag{2}$$

Il est vrai que l'intensité i du courant induit augmente selon l'équation (1) avec la variation dI du courant inducteur. Mais l'équation (2) nous fait voir que cette variation de l'intensité est proportionnelle à l'intensité même. Pour multiplier la valeur de I par 24, il faut réduire R. Cette résistance totale se compose de la résistance de la pile R_P, de celle du microphone R_M, et de la bobine R_B. Nous avons donc

$$24I = \frac{E}{\frac{R_P}{24} + \frac{R_M}{24} + \frac{R_B}{24}}.$$

Le premier terme du dénominateur nous indique qu'il faut prendre une pile à très faible résistance, par exemple des accumulateurs. Le deuxième terme nous montre de même qu'il faut grouper nos 24 transmetteurs en quantité. Alors, ils ne forment qu'un seul transmetteur à contacts multiples. Le troisième terme détermine également le groupement des 24 bobines inductrices en quantité. Cet arrangement a été adopté pour obtenir 24 fois l'intensité I d'un des courants élémentaires. Mais, en général, un nombre d'éléments d'appareils téléphoniques étant donné, nous les grou-

perons toujours à l'instar des éléments de pile, de manière à obtenir dans les bobines inductrices le maximum de travail utile.

» Quant à l'arrangement des microphones, l'équation (2) pourrait conduire à rejeter le groupement des microphones en tension. Si nous remplaçons un microphone par 4, dont 2 en tension et 2 en quantité, ce remplacement, au point de vue purement mathématique, paraît une complication, puisque R et dR sont restés les mêmes. Cependant l'expérience nous apprend que, pour chaque microphone, il existe une intensité maxima. Si nous la dépassons, des étincelles se produisent entre les charbons et causent un bruit qui nous empêche d'entendre. Par le second transmetteur à 4 microphones, en envoyant par chacune des deux séries de charbons l'intensité maxima, nous pouvons faire passer le double du courant maximum du microphone simple. Mais, comme nous l'avons montré plus haut, en doublant l'intensité du courant inducteur, nous doublons celle du courant induit, et nous augmentons, par conséquent, l'amplitude de vibration du téléphone.

» Pour le groupement des bobines induites et des téléphones récepteurs, les deux considérations théoriques suivantes indiquent un arrangement opposé. Il faut de la tension pour avoir le maximum de rendement et de travail utile; mais il faut de la quantité pour avoir le minimum de perte par fuite, condensation, absorption. Dans chaque cas particulier, la pratique doit prendre un terme intermédiaire entre ces deux extrêmes.

» *C'est donc une batterie de téléphones que j'ai construite.* En permettant de donner au courant une intensité voulue, elle vaincra les difficultés de transmission, causées par une grande résistance, un grand nombre de récepteurs ou un isolement imparfait. »

CHIMIE. — *Sur les chlorures de plomb et d'ammoniaque et les oxychlorures de plomb.* Note de M. **G. André**, présentée par M. Berthelot.

« Le chlorhydrate d'ammoniaque, en solution suffisamment concentrée, dissout le chlorure de plomb.

» J'ai préparé un certain nombre de chlorures doubles de plomb et d'ammonium en dissolvant à chaud du chlorure de plomb pulvérisé dans des solutions de sel ammoniac d'abord saturées à froid, puis saturées à chaud.

» Voici les principaux composés ainsi obtenus : $4PbCl, 11AzH^4Cl, 7HO$.

» 1° Une solution de sel ammoniac saturée à froid, chauffée à l'ébulli-

tion et additionnée de chlorure de plomb, donne, par refroidissement, un précipité cristallin, qui, séché sur du papier, m'a donné la composition :

$$2PbCl, 9AzH^4Cl, 3HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
Cl	49,87	49,65
Pb	26,36	26,32
AzH^3	19,15	19,45

Traité par l'eau froide, en petite quantité, ce corps laisse déposer du chlorure de plomb. La potasse étendue le jaunit.

» 2° En prenant une solution de sel ammoniac saturée à chaud, c'est-à-dire poids égaux d'eau et de sel (soit 200^{gr} de chacun) et en y incorporant peu à peu 90^{gr} environ de chlorure de plomb, puis décantant à chaud, on obtient de suite un abondant précipité de lamelles très brillantes à éclat nacré. Séparé des eaux mères au bout de peu de temps, et rapidement séché sur du papier, ce composé a pour formule

$$4PbCl, 11AzH^4Cl, 7HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
Cl	44,10	44,09
Pb	34,35	34,28
AzH^3	15,40	15,48

» 3° J'ai encore obtenu, en opérant de la même manière, un sel de la formule

$$4PbCl, 9AzH^4Cl, 5HO.$$

» On peut préparer des composés voisins des précédents en dissolvant, par exemple, dans une solution de 200^{gr} de sel ammoniac dans 400^{gr} d'eau, à chaud, 50^{gr} environ de litharge bien pulvérisée. En filtrant aussitôt, j'ai obtenu un dépôt cristallin très dur et très adhérent aux parois du vase, qui m'a donné la composition

$$PbCl, 9AzH^4Cl, 4HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
Cl	54,04	54,07
Pb	15,44	15,76
AzH^3	23,66	23,30

» En prolongeant l'action de la chaleur, et avec les mêmes proportions, j'ai obtenu le corps cristallisé

$$PbCl, 5AzH^4Cl, HO.$$

» Si l'on verse dans un grand excès d'eau froide la solution de litharge dans le sel ammoniac, il se fait un précipité blanc qui se dépose assez rapidement au fond du vase. On décante l'eau, et on lave ainsi par décantation un certain nombre de fois.

» Le précipité, séché d'abord dans du papier, puis à l'étuve vers 100°, est un oxychlorure de la formule

$$PbCl, PbO.$$

» En traitant une solution de potasse ($4^{gr},71 = 2^{lit}$) par une solution équivalente de chlorure de plomb ($13^{gr},9 = 2^{lit}$), j'ai obtenu, vers 7°,5,

2 PbCl dissous + KO dissous, dégage .... $+ 13^{Cal},1$

d'où

PbCl dissous + PbO solide, dégage.............. $+ 10^{Cal},1$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers de l'acide trichloracétique.* Note de M. A. **Clermont**, présentée par M. Debray.

« Je viens de préparer l'éther éthyltrichloracétique de la manière suivante: le mélange en proportions équivalentes d'alcool et d'acide trichloracétique cristallisé est additionné de la quantité d'acide sulfurique monohydraté, indiquée par la théorie pour la formation de son bihydrate; la température s'élève et le mélange, d'abord limpide, louchit rapidement; en l'additionnant d'une quantité d'eau convenable, l'éther trichloracétique ainsi formé se sépare sous forme d'un liquide huileux qui gagne de suite le fond du vase. Ce procédé d'éthérification, qui n'exige pas une distillation préalable, comme cela est nécessaire avec les méthodes connues, m'a permis d'obtenir aussi les éthers trichloracétiques des alcools méthylique et isobutylique et de préparer, pour la première fois, l'éther propyltrichloracétique bouillant à +187° et l'éther amyltrichloracétique bouillant à +217°, sur les propriétés desquels je reviendrai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de l'isomérie dans la série pyridique.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Friedel.

« Les chloroplatinates des bases pyridiques de diverses provenances sont décomposés par l'eau bouillante, ainsi que l'a montré Anderson, avec formation d'un sel *modifié*, qui dérive du chloroplatinate par la perte de deux molécules d'acide chlorhydrique, mais les vitesses de décomposition

de ces sels ne sont pas les mêmes. Cette observation m'a permis de démontrer l'existence de deux lutidines isomériques dans la quinoléine brute provenant de la brucine, et de confirmer mes premières recherches sur les bases dérivées de la cinchonine.

» Les lutidines contenues dans la quinoléine brute provenant de la brucine ne peuvent pas être nettement séparées par la distillation fractionnée : en effet, les fractions qui les renferment sont souillées par des produits neutres et goudronneux qui faussent les points d'ébullition.

» Le mélange de ces fractions passant à la distillation entre 150° et 170° a été traité par un excès d'acide chlorhydrique et épuisé par l'éther, qui a dissous les impuretés. La solution chlorhydrique étendue a été additionnée de chlorure de platine également étendu. Un sel s'est précipité immédiatement, un second sel quelque temps après. Après avoir vainement essayé de les séparer, j'ai dosé le platine, le carbone et l'hydrogène dans ce mélange; j'ai obtenu des nombres conduisant à la formule de la lutidine. Mais, puisque l'eau bouillante ne décompose pas avec la même vitesse les chloroplatinates pyridiques, je pouvais espérer qu'en soumettant la solution aqueuse des deux sels à l'ébullition, l'un d'entre eux serait modifié, tandis que l'autre ne le serait pas; c'est ce qui a eu lieu. J'ai fait bouillir la solution des deux sels pendant une heure et demie; au bout de ce temps, j'ai filtré; un sel jaune s'est immédiatement précipité. Séché à 100°, ce sel fond à 204°-205°, il possède la composition du chloroplatinate de lutidine *modifié* $(C^7H^9Az)^2 + PtCl^4$. La liqueur filtrée a laissé déposer un mélange renfermant un sel rouge et une petite quantité du sel jaune. L'analyse a donné des nombres intermédiaires entre la formule du chloroplatinate *modifié* et celle du chloroplatinate normal. La seconde eau mère a abandonné un sel rouge, homogène, fusible à 179°-180°, présentant la composition du chloroplatinate de lutidine normal $[(C^7H^9Az, HCl)^2 + PtCl^4)]$. Le chloroplatinate de β-lutidine fond au-dessus de 200°.

» La réaction découverte par Anderson est appelée, si je ne me trompe, à jouer un rôle important dans l'étude de l'isomérie dans la série pyridique. J'ai étudié aussi l'action de l'eau bouillante sur les chloroplatinates des bases de quinoléine; d'une manière générale, on peut dire que ces sels présentent une beaucoup plus grande résistance que les chloroplatinates pyridiques; ils ne sont modifiés que dans certaines conditions spéciales et difficiles à réaliser.

» Qu'il me soit permis, en terminant, d'ajouter que les bases pyridiques de diverses provenances paraissent également se distinguer par la vitesse

avec laquelle elles s'unissent aux iodures alcooliques. J'espère avoir prochainement l'honneur de présenter sur ce sujet quelques nouveaux résultats à l'Académie (¹). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir toxique relatif des sels métalliques.* Note de M. J. **Blake**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication adressée à l'Académie le 10 avril 1882 sur le pouvoir toxique relatif des sels métalliques, j'ai fait allusion aux vues de M. Rabuteau sur ce sujet. Après la lecture de mon Mémoire, M. Dumas a fait la remarque que je n'avais pas rendu justice à M. Rabuteau et qu'il croyait que la loi formulée par ce savant était bien établie. Voici cette loi : *Les métaux sont d'autant plus actifs que leur poids atomique est plus élevé et leur chaleur spécifique plus faible.* Dans le cours de mes expériences, j'ai envisagé l'action physiologique de vingt et un métaux en injectant des solutions de leurs sels dans les veines ou dans les artères d'animaux vivants. En réunissant dans un Tableau les résultats de mes expériences sur le pouvoir toxique relatif de ces métaux et en les comparant aux résultats qui devraient découler de l'application de la loi de M. Rabuteau, on verra sans peine pourquoi je ne pouvais pas admettre l'exactitude de cette loi. Dans ce Tableau on trouve le nom du métal, son poids atomique, la position relative qu'il occupe comme agent toxique et la position qu'il devrait occuper selon la loi de M. Rabuteau. Pour montrer la vraie loi qui rattache le pouvoir toxique au poids atomique, j'ai rangé ces mêmes métaux en groupes isomorphes, en mettant après chaque métal le poids atomique et la quantité qu'il en faut par kilogramme d'animal pour être mortelle (²).

(¹) Laboratoire de M. Wurtz, à la Faculté de Médecine.

(²) Je ne donne pas ces quantités comme une mesure du pouvoir toxique absolu de ces métaux, car mes expériences n'étaient pas faites dans le but de déterminer ce rapport. Mon objet était d'envisager l'action physiologique de ces substances. Après des expériences préliminaires pour découvrir à peu près la quantité qu'il en fallait pour tuer, cette quantité était injectée dans le sang en deux ou trois doses en laissant quelques minutes s'écouler entre chaque injection, pour que les réactions physiologiques eussent le temps de se développer. Ce sont les quantités ainsi administrées qui ont servi pour calculer la dose fatale. Comme toutes les expériences étaient faites de la même manière, leurs résultats peuvent bien être comparés.

Métaux.	Poids atomique.	Pouvoir toxique relatif selon l'expérience.	Pouvoir toxique relatif selon la loi de M. Rabuteau.
Or	196	1	3
Fer (Fe^2O^3)	56	2	20
Yttrium	90	3	13
Cérium (Ce^2O^3)	140	4	5
Aluminium	27	5	22
Palladium	106	6	12
Didyme	147	7	6
Glucinium	14	8	24
Lanthane	139	9	7
Platine	195	10	4
Argent	108	11	11
Thorium	231	12	1
Cérium (CeO^2)	140	13	5
Baryum	136	14	8
Cadmium	112	15	10
Plomb	206	16	2
Cæsium	133	17	9
Rubidium	85	18	15
Cuivre	63	19	17
Cobalt	58	20	19
Zinc	65	21	16
Nickel	58	22	18
Fer (FeO)	56	23	20
Strontium	87	24	14
Calcium	40	25	23
Magnésium	24	26	24
Lithium	7	27	25

Métaux en groupes isomorphes.	Poids atomique.	Dose mortelle par kilogr.
Lithium	7	1,2
Rubidium	85	0,12
Cæsium	133	0,12
Argent	108	0,028
Or	196	0,003
Magnésium	24	0,97
Fer (FeO)	56	0,32
Nickel	58	0,18
Cobalt	58	0,17
Cuivre	63	0,17
Zinc	65	0,18
Cadmium	112	0,085
Calcium	40	0,50
Strontium	87	0,38
Baryum	136	0,08
Glucinium	14	0,023
Aluminium	27	0,007
Fer (Fe^2O^3)	56	0,004
Yttrium	90	0,004
Cérium (Ce^2O^3)	140	0,005
Cérium (CeO^2)	140	0,062
Thorium	231	0,034
Lanthane	139	0,025
Didyme	147	0,017
Palladium	106	0,008
Platine	195	0,027
Plomb	200	0,110

» Une simple inspection de cette Table suffira pour montrer la valeur de la loi de M. Rabuteau. Si la loi était vraie, les métaux étant rangés selon leurs pouvoirs toxiques, les poids atomiques devraient se trouver à peu près en série régulière, ce qui n'est pas. Dans le Tableau où les métaux sont rangés en groupes isomorphes, il se trouve sans doute des exceptions à la loi que j'ai formulée, mais, comme je l'ai déjà dit, les quantités ne

doivent pas être considérées comme une expression exacte du pouvoir toxique. Cependant on verra qu'il y a dans le même groupe isomorphe un accord général entre le pouvoir toxique et le poids atomique. »

OPTIQUE. — *Pénétration des radiations actiniques dans l'œil de l'homme et des animaux vertébrés.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. Cornu.

« Mon but était de connaître l'absorption élective exercée sur les radiations actiniques par les milieux de l'œil pris séparément. Les expériences ont été faites de la manière suivante :

» La cornée, le cristallin et l'humeur vitrée de chacun des yeux que j'ai étudiés étaient successivement placés entre deux lames de quartz hyalin taillés perpendiculairement à l'axe de cristallisation et de rotations contraires s'annulant réciproquement. Un faisceau de lumière électrique illuminait d'abord la préparation anatomique, puis traversait une fente spectroscopique, une lentille Cornu en spath d'Islande et en quartz, enfin un prisme en spath d'Islande. Le spectre venait s'imprimer sur une plaque au gélatinobromure d'argent. La lumière émanait d'un régulateur Foucault muni de charbons Carré, qui donnent de nombreuses raies, notamment celles du fer, servant à repérer les clichés. J'ai indiqué les régions du spectre par les lettres : cette approximation est suffisante pour des travaux où les longueurs d'onde extrêmes ne peuvent guère être indiquées qu'à deux ou trois millionièmes de millimètre près. Les essais ont porté sur une douzaine de vertébrés, et souvent sur plusieurs sujets de la même espèce. Je demande la permission de remercier ici publiquement M. Gayet, le savant professeur d'Ophtalmologie à la Faculté de Médecine de Lyon, qui a bien voulu me faire, avec une extrême obligeance, les préparations anatomiques humaines nécessitées par mes recherches, et m'aider en même temps de ses conseils.

» Je résume dans le Tableau suivant l'examen d'un grand nombre de clichés :

Espèces.	Limites vers lesquelles s'éteint le spectre du cristallin.	de la cornée.	du corps vitré.
Homme (adulte).....	L à M	*s*, traces jusqu'en T	S à *s*
Bœuf.............	L à M (un sujet a donné des traces jusqu'en N)	S à *s*	*s* à T

Espèces.	Limites vers lesquelles s'éteint le spectre du cristallin.	de la cornée.	du corps vitré.
Veau...............	R à *r*	*r* à S	*s*, traces jusqu'en T
Mouton et agneau....	R	R, traces jusqu'en S	T, légères traces jusqu'en *t*
Cochon............	R	*s*, traces jusqu'en T	T
Chat...............	O, traces jusqu'en P	R	T, traces jusqu'en U
Lièvre...........	O	*s*	T, traces jusqu'en U
Épervier............	T à U	*s*, traces en T	R
Perdrix.............	*r*	T à U	T, traces jusqu'en U
Dindon et Dindonneau.	S	P, traces jusqu'en Q ou R	T, traces jusqu'en U
Chouette (Chevêche à pieds emplumés)...	S à *s*	T	U
Carpe.............	N à O	S, traces jusqu'en *s*	S, traces jusqu'en *s*
Grenouille..........	L à M	U	L à M (¹)

» Des expériences faites sur l'œil entier de la grenouille et du mouton ont démontré ce qui suit : quoique, en réalité, l'œil des vertébrés se comporte comme les instruments d'optique, c'est-à-dire qu'il faille tenir compte de l'absorption correspondant à tous les milieux interposés sur le trajet des rayons lumineux, on peut, sans erreur grave, considérer la transparence de l'œil complet comme presque égale à la transparence du milieu le moins diaphane (²). Ainsi le cristallin du mouton éteint les rayons moins réfrangibles que R, tandis que l'œil entier éteint le spectre entre P et R.

» L'humeur vitrée et le cristallin de la grenouille éteignent le spectre vers M ; tandis que le spectre de l'œil entier n'atteint pas tout à fait cette raie.

» L'examen du Tableau qui précède révèle tout d'abord une loi générale qui paraît s'étendre à toutes les classes des vertébrés.

(¹) Cette préparation commençait à se dessécher : je dois donc faire quelques réserves au sujet de ce cliché. Je n'ai pu me procurer la série de reptiles nécessaires pour l'étude complète de cette classe; j'espère que ces recherches seront reprises dans un laboratoire de Physiologie.

(²) *Sur la transparence actinique des verres d'optique*, par M. de Chardonnet (*Comptes rendus*, séance du 29 mai 1882).

» *Aucun milieu de l'œil n'est transparent pour les radiations ultra-solaires*, c'est-à-dire, pour les ondes plus courtes que T ou U, limites du spectre solaire ultra-violet. Dans l'œil, même privé d'une partie essentielle, le cristallin, par exemple, la rétine se trouve protégée contre ces radiations extrêmes, comme si la nature avait voulu prémunir cette membrane contre une lumière purement artificielle, ou comme si l'œil, adapté aux rayons solaires, n'en connaissait pas d'autres. Chez la plupart des animaux supérieurs, si l'on examine l'humeur vitrée à la lumière solaire, on ne trouve guère d'absorption, mais tout change d'aspect aussitôt qu'on opère avec l'arc électrique.

» La paupière spéciale aux oiseaux ou membrane clignotante étudiée chez l'épervier et le poulet s'est montrée translucide pour une partie du spectre ultra-violet, jusqu'en O et Q ; cet organe constitue donc un surcroît de garantie contre les rayons ultra-solaires.

» Le corps vitré a été étudié avec son enveloppe hyaline. Chez les mammifères et la plupart des oiseaux, le spectre s'éteint vers les limites du spectre solaire. Il faut avoir soin de prendre le corps vitré sous une épaisseur égale à celle qu'il occupe dans l'œil vivant; dès que l'épaisseur de la préparation diminue, on voit apparaître, surtout chez les oiseaux, un spectre plus ou moins complet au delà de U. La protection n'existe qu'avec l'épaisseur anatomique normale du milieu.

» Le spectre d'absorption de la *cornée* s'éteint chez les quatre classes de vertébrés vers des limites qui diffèrent pour chaque espèce et sont comprises entre les régions R et U.

» La fonction absorbante du *cristallin* varie à tous les degrés suivant l'espèce, l'âge et même l'individu (l'absorption est très différente chez le bœuf et chez le veau).

» En même temps que leur transparence actinique, j'ai étudié la fluorescence de la plupart de mes préparations anatomiques, en les portant dans la région ultra-violette d'un spectre très lumineux, tout en me garantissant autant que possible de la lumière étrangère. (Cette méthode est imparfaite, en ce sens qu'elle ne permet pas d'amplifier les effets, et qu'une fluorescence légère peut échapper à l'observateur). En général, la fluorescence est en rapport avec l'absorption actinique; on trouve pourtant des exceptions. Le *corps vitré* ne la présente pas en général : à peine en trouve-t-on une trace comme chez l'épervier, tout au voisinage de H. La fluorescence de la *cornée*, faible ou insensible chez l'homme, le bœuf, le veau, l'épervier, se montre vers H chez la chouette, la carpe, et s'étend jusqu'en O

chez le chat et le mouton. Le *cristallin* est généralement fluorescent; chez l'homme, l'épervier, le lièvre, le chat, le mouton, cette lueur, comparable à celle de la quinine, s'étend jusqu'aux régions O ou R; chez le veau, la chouette, la grenouille, le dindon, elle ne dépasse guère L ou M (première bande ultra-violette du carbone); enfin, je n'ai pu l'apercevoir nettement chez la perdrix examinée.

» Je demanderai la permission d'exposer à l'Académie, dans une prochaine Note, quelques conséquences de ces faits concernant la théorie de la vision. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la production des monstres, dans l'œuf de la poule, par l'effet de l'incubation tardive.* Note de M. **C. Dareste.**

« Dans une Communication précédente (séance du 31 juillet 1882), j'ai signalé une cause encore inconnue de l'apparition des monstres dans l'œuf de la poule, l'incubation tardive. Lorsque l'œuf n'est mis en incubation qu'un certain temps après la ponte, l'évolution du germe ne produit pas un embryon normal, mais un embryon monstrueux.

» J'ai signalé, en outre, cet autre fait que la modification du germe qui détermine une évolution anormale se produit plus rapidement lorsque la température de l'air est élevée que lorsqu'elle est basse. C'est ainsi que, dans une expérience faite au mois de juillet dernier, les œufs avaient déjà subi cette modification neuf jours après la ponte.

» Voici le résumé de deux expériences commencées au mois d'octobre, et terminées seulement au mois de janvier. Elles confirment complètement les idées émises dans ma première Communication, en montrant qu'à une température relativement basse les œufs conservent, pendant plus longtemps, la faculté de se développer d'une manière normale :

Première expérience. — Les œufs pondus le 3 octobre, dans une localité du département de Seine-et-Oise, sont entrés à mon laboratoire le 3, au soir. Je les ai partagés en plusieurs séries, qui ont été mises en incubation à plusieurs jours de distance.

1re *série*. — Incubation du 4 octobre. Les œufs, qui étaient encore sous l'influence des trépidations du chemin de fer, m'ont donné les résultats suivants, le 7 octobre : 1 embryon parfaitement normal; 4 embryons normaux, mais notablement retardés dans leur évolution; 1 embryon monstrueux, affecté d'omphalocéphalie.

2e *série*. — Incubation du 7 octobre. Les œufs avaient 4 jours; ils ont donné 5 embryons normaux.

3e *série*. — Incubation du 14 octobre. Les œufs avaient 10 jours; ils ont donné 4 embryons normaux.

4e *série*. — Incubation du 19 octobre. Les œufs avaient 15 jours; 4 embryons normaux; 2 blastodermes sans embryon.

5e *série*. — Incubation du 24 octobre. Les œufs avaient 20 jours : 3 embryons normaux; 1 embryon monstrueux avec cébocéphalie et ectopie du cœur; 1 aire vasculaire avec vaisseaux et sang rouge, sans embryon; 1 blastoderme sans embryon.

» Dans cette expérience, l'évolution anormale ne s'est produite que dans les 4e et 5e séries; c'est-à-dire lorsque les œufs avaient 15 et 20 jours. Il y avait encore des embryons normaux dans des œufs mis en incubation 20 jours après la ponte.

» Les embryons normaux que j'ai obtenus dans cette expérience ont atteint presque tous le vingtième jour de l'incubation. Un tiers est éclos naturellement. Les deux autres tiers ont péri un peu avant l'éclosion, par suite de la non-pénétration du jaune dans la cavité abdominale.

Deuxième expérience. — OEufs pondus les 19, 20, 21, 22 et 23 décembre, entrés au laboratoire le 24 décembre, mis en incubation les 8, 10, 12, 14, 16 et 18 janvier.

1° OEufs de 16 jours. 1 embryon normal; 1 embryon monstrueux, complètement déformé par l'hydropisie, conséquence de l'arrêt de développement des îles de Wolff et de la vascularisation imcomplète de l'aire vasculaire.

2° OEufs de 18 jours. 1 embryon normal.

3° OEufs de 20 jours. 1 embryon normal.

4° OEufs de 21 jours. 1 embryon monstrueux, réduit à la tête, au-dessus de laquelle les deux cœurs primitifs se sont développés isolément. C'est un cas très remarquable d'omphalocéphalie dans lequel la région antérieure du corps s'est développée seule.

5° OEufs de 22 jours. 1 embryon normal; 1 blastoderme avec une aire vasculaire très développée et complètement vascularisée, sans embryon.

6° OEufs de 23 jours. 1 blastoderme avec une aire vasculaire complètement vascularisée, sans embryon; 1 blastoderme sans embryon.

7° OEufs de 25 jours. 1 embryon monstrueux, absence d'allantoïde; amnios comprimant l'embryon; scoliose formant quatre courbures; célosomie complète avec ectopie du cœur; hémimélie des deux membres gauches; absence de la région coccygienne.

8° OEufs de 26 jours. 1 blastoderme présentant une aire vasculaire complètement vascularisée, sans embryon.

9° OEufs de 27 jours. 1 embryon monstrueux; l'œil et l'hémisphère cérébral gauche remplacés par une tumeur vasculaire.

10° OEufs de 29 jours. 1 blastoderme sans embryon.

» Dans cette expérience, des œufs en assez grand nombre ne m'ont point présenté de développement : les cicatricules étaient désorganisées par l'absence de la fécondation. Peut-être, dans quelques-uns de ces œufs, les ci-

catricules avaient été fécondées, mais étaient mortes par suite du temps écoulé depuis la ponte. J'ignore s'il est possible de distinguer, par des caractères physiques, les cicatricules non fécondées, et les cicatricules mortes, bien qu'ayant été fécondées.

» Cette expérience concorde parfaitement avec la précédente; puisque je rencontre encore l'évolution normale sur des œufs de 22 jours.

» Ainsi la production des monstruosités par l'incubation tardive se produit plus tard en hiver qu'en été. En d'autres termes, les œufs vieillissent plus lentement lorsque la température n'est pas très élevée.

» Une autre conséquence qui résulte de ces expériences, c'est que les œufs de même âge vieillissent plus ou moins vite; que les uns se développent d'une manière normale, tandis que les autres donnent des monstres. Cela résulte du fait de l'individualité des œufs, fait que j'ai signalé depuis longtemps, et dont il faut toujours tenir compte, dans les expériences de tératogénie. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du rôle tonique et inhibitoire des ganglions sympathiques, et de leur rapport avec les nerfs vaso-moteurs.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Paul Bert.

« On a proposé beaucoup d'hypothèses pour expliquer le mécanisme de cette catégorie d'effets nerveux, chaque jour plus nombreux, connus sous les noms d'*inhibition, action d'arrêt, action modératrice* ou *suspensive*. Les nerfs vaso-dilatateurs offrent un type remarquable de cet ordre de nerfs dont l'excitation provoque la détente et le relâchement d'un organe et le fait rentrer à l'état de repos. On a supposé que ces nerfs exerçaient sur les muscles annulaires des vaisseaux une action élongatrice directe (Schiff, Grünhagen), supposition incompatible avec la seule donnée positive que l'on possède sur la physiologie de l'élément musculaire dont on ne connaît qu'un seul mode d'activité, le raccourcissement. On a pensé, et cette fois la supposition est inexacte, que ces nerfs feraient contracter des muscles longitudinaux (Duchenne de Boulogne). On a fait intervenir, tout aussi vainement, la contraction des parois des veinules et l'exagération des contractions autonomes (Onimus). Enfin, Prochaska, Brown-Séquard et H. Weber ont admis que l'action primitive des nerfs dilatateurs, au lieu de porter sur la tunique vasculaire, s'exerçait primitivement sur les éléments anatomiques circonvoisins.

» L'expérience a écarté ces théories et prouvé que le nerf d'arrêt vascu-

laire ne s'adresse directement ni aux muscles du vaisseau, ni aux tissus voisins. Par voie d'exclusion on est contraint de supposer qu'il agit sur l'appareil nerveux actif des vaisseaux, c'est-à-dire sur les nerfs constricteurs. D'autre part, la Physiologie générale ne permet de concevoir l'action d'un filet nerveux sur un autre que grâce à l'entremise de la cellule nerveuse. Les amas cellulaires, ganglions périphériques des trois plexus qui enlacent et pénètrent les tuniques artérielles ont donc, entre autres fonctions, celle de mettre en rapport les nerfs dilatateurs avec les constricteurs, de manière à en permettre le conflit. C'est dans ces ganglions périphériques que naît et s'engendre l'action inhibitoire, l'*interférence nerveuse* (Cl. Bernard). Ajoutons que le développement de ces neurocytes dans une région déterminée devient un indice de l'abondance des filets dilatateurs dans cette région. Leur extension générale à tous les départements de l'organisme était, par avance, une indication de l'existence universelle des nerfs vaso-dilatateurs.

» L'état actuel de la Physiologie rend ces conclusions légitimes; néanmoins l'expérimentation n'avait pas vraiment saisi et démêlé dans une masse ganglionnaire isolée le rapport des deux éléments vaso-moteurs antagonistes. Nos recherches viennent combler cette lacune :

» 1° Le ganglion cervical inférieur et surtout le ganglion premier thoracique exercent, sur les vaisseaux de diverses régions de la tête (spécialement de l'oreille), une action tonique manifeste. On peut mettre en évidence cette excitation constrictive en comparant les résultats de la section de la chaîne sympathique, en amont et en aval de l'anneau de Vieussens.

» 2° Cette action tonique est renforcée par des nerfs constricteurs venus de la moelle avec les racines des 3e, 4e et 5e paires dorsales et les rameaux communiquants qui leur correspondent. L'excitation de ces filets resserre les vaisseaux auriculaires, preuve que les éléments constricteurs y prédominent sur les antagonistes, à moins qu'ils ne les excluent. D'autre part, ces mêmes ganglions reçoivent des 8e paire cervicale, 1re et 2e dorsales, des éléments dilatateurs qui dominent leurs antagonistes, car l'excitation de ces racines et de leurs *rami communicantes* dilate les vaisseaux auriculaires. Nous avons démontré ailleurs la réalité du mélange des nerfs antagonistes, fibre à fibre, dans les mêmes cordons nerveux mixtes (cordon cervical);

» 3° Que deviennent ces nerfs inhibitoires en arrivant dans les ganglions? L'expérience suivante indique qu'ils s'y terminent et s'y perdent, au moins en partie. L'excitation en masse du cordon sympathique immédiatement au-dessous du ganglion stellaire produit habituellement la vaso-dilatation; tandis que l'excitation pratiquée au-dessus du ganglion cervical inférieur provoque habituellement la constriction.

» Ces épreuves nous montrent dans les ganglions sus-nommés des centres toniques vasculaires et des centres d'interférence ou d'inhibition. Nous

voyons, par exemple : 1° un amas ganglionnaire extra-médullaire, le ganglion premier thoracique se comporter comme un centre tonique, d'où partent des filets constricteurs des vaisseaux; 2° des éléments constricteurs se rendre de la moelle à ce centre et en renforcer l'activité; 3° des éléments antagonistes des précédents, capables d'en enrayer et d'en suspendre l'énergie, naître de la moelle et aboutir au ganglion où s'exercera leur faculté inhibitoire.

» Cet exemple n'est pas isolé. En étudiant les vaso-dilatateurs du membre inférieur, nous montrerons prochainement que les ganglions second et troisième lombaire de la chaîne abdominale semblent se comporter également comme des centres toniques et inhibitoires.

» On retrouve ainsi, réellement, dans les ganglions volumineux de la chaîne sympathique les propriétés que l'on supposait exister dans les amas ganglionnaires de la périphérie. En éclairant la physiologie de ces masses nerveuses, l'expérience les rapproche les unes des autres et fait comprendre l'unité de ce système à travers les différences de volume et de situation de ses ganglions. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Le mode de fixation des ventouses de la sangsue, étudié par la méthode graphique.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Paul Bert.

« Quand la sangsue veut appliquer sa ventouse orale, elle en fait saillir » le centre comme une espèce de bourrelet qu'elle commence de coller » contre le corps qu'elle a choisi; abaissant ensuite de dedans en dehors » les bords de la ventouse, elle finit par en fixer solidement toute la sur- » face. Un mécanisme à peu près semblable a lieu pour la ventouse » anale (¹). »

» Telle est l'opinion générale, devenue classique, sur le mode de fixation des ventouses de la sangsue. Ce mécanisme a été étudié en plaçant des sangsues sur une lame de verre et examinant, à travers cette substance, ce qui se passe au moment de l'application des ventouses. Un pareil procédé, tout rationnel qu'il paraisse, ne peut donner de bons résultats, à cause de la rapidité avec laquelle s'effectue la fixation. Cependant, si les observateurs avaient attendu que la sangsue eût perdu un peu de sa viscosité, ils auraient vu que l'adhérence des ventouses ne se faisait plus d'une façon

(¹) A. MOQUIN-TANDON, *Monographie de la famille des Hirudinées*, 2e éd., p. 55.

aussi parfaite et qu'une ou plusieurs bulles d'air restaient au centre de chaque ventouse, pendant sa fixation, ce qui ne pourrait avoir lieu si ce centre se fixait avant les bords.

» J'ai eu recours à la méthode graphique pour étudier la question à mon tour.

» Si l'on met une sangsue sur une feuille de papier enfumé, elle y progresse, comme sur toutes les surfaces, par l'application de ses deux ventouses, qui lui servent alternativement de point d'appui. On peut, avec quelques précautions, faire enregistrer à l'animal lui-même la série d'actes auxquels donne lieu cette double opération.

» A. La fixation de la ventouse postérieure se fait très simplement et très rapidement, d'abord par le contact de la périphérie qui dessine sur la feuille noircie une circonférence blanche entourant un cercle noir, ensuite par l'abaissement du fond de la ventouse, qui vient adhérer au papier et fait disparaître la tache noire.

» B. La fixation de la ventouse antérieure se fait d'une façon beaucoup plus compliquée et moins rapide :

» 1° La sangsue commence par explorer le lieu où elle va se fixer avec les deux côtés de la lèvre supérieure; ceux-ci s'impriment en blanc sur le papier noirci, de façon à figurer deux traits convergeant en avant.

» 2° La partie antérieure de la lèvre supérieure s'abaisse, et l'on voit se dessiner un angle curviligne ouvert en arrière.

» 3° La lèvre inférieure s'applique à son tour sur la surface noircie, où se produit alors un triangle curviligne à centre noir.

» 4° Le pharynx commence à s'abaisser et le contour triangulaire de la ventouse s'élargit en prenant la forme circulaire, de manière à tracer sur le papier un cercle blanc dont le centre reste noir, ce qui prouve qu'il n'y a pas encore contact du fond de la ventouse.

» 5° Dans un cinquième et dernier temps, la ventouse vient toucher le papier par son centre, et l'adhérence complète est décelée par un cercle entièrement blanc.

» En résumé, au lieu de commencer par fixer le centre de la ventouse, pour abaisser ensuite les bords de cet organe, comme on l'admettait sans preuves suffisantes, la sangsue commence par fixer les bords, pour abaisser ensuite le centre qui vient adhérer en dernier lieu. Enfin le détachement de la sangsue, qui ne paraît pas avoir attiré l'attention, commence à s'effectuer par les bords, pour finir par le centre de la ventouse. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Crinoïde fixé, le* Democrinus Parfaiti, *provenant des dragages du* Travailleur. Note de M. EDM. PERRIER, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Parmi les résultats des dragages opérés à de grandes profondeurs, il n'en est pas qui aient excité de plus vif intérêt que la découverte, à l'état vivant, de formes que l'on croyait depuis longtemps disparues. Parmi les Invertébrés fossiles, il en est peu qui aient joué, durant les périodes primaire et secondaire, un rôle aussi important que les Crinoïdes fixés et qui soient aussi mal représentés dans la nature actuelle. Lorsque Guettard annonça, en 1755, l'existence aux Antilles d'un *Pentacrinus* vivant, ce fut presque un événement scientifique; longtemps cette espèce demeura le seul représentant d'un groupe jadis extraordinairement varié et tellement riche en individus que ses représentants devaient former parfois de vastes prairies sous-marines. Lentement sont venus s'ajouter à la liste d'autres types trouvés presque tous dans les mers profondes; de sorte que l'ordre des Crinoïdes fixés se trouve aujourd'hui représenté par quatorze espèces appartenant à ce genre. Ce sont les suivantes :

» *Pentacrinus Asteria, P. Mülleri, P. decorus, P. Wyville-Thomsoni, P. Maclearanus; P. Blakei; P. alternicirrus, Rhizocrinus lofotensis, R. Rawsonii; Bathycrinus gracilis, B. Aldrichianus; Holopus Rangii; Hyocrinus Bethellianus; Hyponome Sarsii.*

» Les dragages du Travailleur viennent de révéler l'existence d'une quinzième forme ramenée de 1900^{m} de profondeur sur les côtes du Maroc, par le travers du cap Blanc. Nous proposons de désigner ce nouveau Crinoïde sous le nom de *Democrinus Parfaiti* [1]. Le *Democrinus* se distingue immédiatement de tous les autres genres par la composition de son calice formé de cinq longues basales constituant à elles seules un calice en entonnoir; un sillon circulaire sépare ces cinq basales de cinq radiales rudimentaires, en forme de croissant, alternant avec elles et surmontées elles-mêmes de cinq radiales axillaires libres, rectangulaires, mobiles, sur lesquelles se fixent respectivement cinq bras, beaucoup moins larges que les radiales. Ces bras se brisent très facilement au niveau de leur articulation avec les radiales axillaires, qui se rabattent alors sur la voûte du calice; sur trois échantillons que nous avons pu examiner, deux sont totalement dépourvus

(1) Nous dédions cette espèce au commandant du *Travailleur*, M. T. Parfait.

de bras; le troisième n'en présente que des restes très courts, d'après lesquels il est aisé de voir que les bras devaient être extrêmement peu développés; mais on ne peut reconnaître s'ils portaient ou non des pinnules. Chez les *Rhizocrinus* et les *Hyocrinus*, les bras sont simples comme chez les *Democrinus;* mais chez les premiers les basales sont confondues et le calice formé en partie de radiales; chez les seconds les premières radiales sont grandes, soudées, et prennent aussi part à la formation du calice. D'ailleurs la voûte du calice est chez ces derniers couverte de plaques calcaires. Comme les *Rhizocrinus*, les *Democrinus*, dont le pédoncule est dépourvu de cirrhes, sont fixés au sol par un appareil radiculaire très développé.

» De tous les Crinoïdes fixés actuels, les *Democrinus* sont ceux chez qui les dimensions transversales du calice sont le plus faibles par rapport au diamètre du pédoncule. Si l'on songe que, chez les Échinodermes libres actuels, le corps tout entier ne représente que le calice des Crinoïdes fixés surmonté de ses bras, on est étonné de voir une partie qui est absolument nulle chez les représentants des autres groupes prendre chez les *Democrinus* un développement tel qu'elle représente cinq à six fois au moins le volume du corps proprement dit. Ce fait seul nous avertit que le pédoncule doit être pris en grande considération pour la détermination de la forme fondamentale des Échinodermes. Chez les *Democrinus*, il produit un appareil radiculaire formé de rameaux articulés ramifiés ayant la même structure que lui-même et présentant des dimensions supérieures à celles des bras; cet appareil ne saurait être davantage négligé au point de vue morphologique, et l'on est conduit à considérer ses diverses branches comme ayant la même valeur que le pédoncule lui-même dont elles ont la structure.

» Chez l'un de nos *Democrinus* le pédoncule fournit deux faisceaux de racines et s'amincit légèrement dans la région où naissent ces appendices; mais il reprend ensuite ses dimensions primitives et l'on doit se demander si la partie qui se prolonge au delà des racines n'est pas destinée à devenir un second pédoncule surmonté d'un second calice. Si cette induction se vérifie, les *Democrinus* constitueront le premier exemple actuel d'Echinodermes vivant en colonies et ramifiés.

» J'ai montré dans un précédent Ouvrage [1] qu'il existait un parallélisme frappant entre les Échinodermes et les Cœlentérés à structure rayonnée. Sous l'empire d'une condition d'existence déterminée, la fixation au sol, les Cœlentérés forment des colonies arborescentes sur lesquelles des polypes modifiés se groupent en verticille, comme le font les feuilles des vé-

[1] *Les Colonies animales et la formation des organismes*, 1881.

gétaux pour produire les fleurs, et donnent ainsi naissance à des organismes rayonnés, les Méduses ou les Polypes coralliaires.

» Le plus grand nombre des Échinodermes primitifs étaient fixés au sol; les Echinodermes actuels sont tous rayonnés; il était naturel de conclure que la même condition d'existence avait amené, par le même mécanisme, la formation d'organismes présentant le même mode de symétrie dans les deux groupes des Cœlentérés et des Échinodermes. Mais à la série des Échinodermes manquaient les formes arborescentes qui sont le point de départ de toute l'évolution ultérieure chez les Cœlentérés. Les *Democrinus* viennent évidemment diminuer beaucoup cette lacune. Alors même qu'ils ne vivraient pas en colonie, le volume considérable de leurs racines ramifiées, la ressemblance de ces racines avec les bras qui surmontent le calice et dont elles sont probablement homologues, suffisent à démontrer que la disposition arborescente des parties, préface en quelque sorte de la symétrie radiaire, n'est pas plus étrangère au type des Échinodermes qu'au type des Cœlentérés.

» A ces divers points de vue, la découverte des *Democrinus* présente une importance incontestable pour la morphologie générale des Échinodermes. »

GÉOLOGIE. — *Recherches géologico-chimiques sur les terrains salifères des Alpes suisses et en particulier sur celui de Bex*, Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« L'étude des marais salants de la période moderne m'a montré que les eaux des mers, en s'évaporant, abandonnent une série de produits minéraux parmi lesquels se trouvent toujours trois substances très spéciales, la *lithine*, la *strontiane* et l'*acide borique*. En remarquant que ces trois substances n'ont entre elles aucune liaison chimique, qu'avant mes recherches elles n'avaient au point de vue du gisement aucune relation, que l'acide borique même était considéré comme très rare et ayant une origine exclusivement volcanique, l'association de ces trois substances à des gypses, des sels gemmes, etc., dans l'intérieur de notre globe, constituera un argument puissant en faveur de la grande probabilité que ces substances salines sont des produits d'évaporation des anciennes mers. C'est là une première généralisation, que mes recherches de géologie chimique m'ont permis de formuler. Je l'ai appliquée à un grand nombre de cas très variés, embrassant en surface une partie considérable de l'Europe occidentale. Partout la vérification a été complète (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XXV).

» Les Alpes suisses ne sont pas moins riches en gisements salifères que les Alpes françaises; en Suisse comme en France, on trouve très vivante l'idée que les gypses, les sels gemmes, etc., sont des produits d'éruptions intérieures. J'ai réuni les éléments suffisants pour soumettre les terrains salifères de la Suisse aux recherches chimiques que j'ai exécutées sur ceux des Alpes françaises, du Jura et des Pyrénées. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une première série de résultats obtenus, dans cette voie; ils m'ont été fournis par l'étude du gisement salifère suisse, à juste titre le plus célèbre, celui de Bex.

» On exploite à Bex le sel gemme par dissolution et évaporation; il se produit, par conséquent, dans l'usine, une quantité notable d'eau mère. J'ai étudié, d'un côté, le gypse, le sel, les argiles salifères et les dolomies qui encaissent les substances salines en alternant parfois avec elles; d'un autre côté, les eaux mères provenant de l'évaporation du sel.

» *Lithine*. — J'ai dissous 5^{gr} de sel dans de l'eau absolument exempte de lithine; j'ai évaporé la solution de manière qu'il restât environ $0^{cc},5$ de liquide, susceptible d'être décanté après refroidissement; une demi-goutte de ce liquide, c'est-à-dire moins de $\frac{1}{50}$ de centimètre cube, a donné d'une façon brillante le spectre de la lithine.

» J'ai fait bouillir, quelques instants, 5^{gr} de gypse pulvérisé avec 10^{cc} d'eau; le liquide décanté a été évaporé et réduit à n'occuper plus qu'environ 1^{cc}; une goutte de ce liquide donne le spectre de la lithine de la façon la plus nette.

» Les argiles salifères sont tellement riches en lithine, qu'il n'est nullement besoin de leur faire subir un traitement quelconque pour la mettre en évidence; il suffit de placer sur le fil de platine une quantité de ces argiles égale au plus à $0^{gr},01$, pour voir immédiatement apparaître le spectre de la lithine.

» Les dolomies en relation avec les gypses et le sel gemme m'ont donné les mêmes résultats; il suffit de traiter 1^{gr} de ces dolomies par l'eau pure, pour obtenir, en évaporant cette eau, un résidu dans lequel la lithine apparaît de la manière la plus caractéristique.

» Étant donnés les résultats précédents, il était certain *a priori* que les eaux mères de Bex étaient très riches en lithine; c'est ce que l'observation a complètement justifié. Une demi-goutte (moins de $\frac{1}{50}$ de centimètre cube) de cette eau mère, portée directement dans le brûleur, a donné un spectre de la lithine aussi intense que celui de la soude.

» *Strontiane*. — J'ai fait quatre-vingt-sept déterminations de cette substance, sur des échantillons tous recueillis par moi-même et distribués dans

toute l'épaisseur de la formation salifère. En exécutant ce long travail, sur le terrain et dans mon laboratoire, je voulais savoir si la strontiane était complètement disséminée dans les gypses de Bex. Tous ces échantillons, sans une seule exception, m'ont permis de reconnaître l'existence de la strontiane : pour obtenir ce résultat de la façon la plus nette, je n'ai eu besoin, dans aucun cas, d'employer plus de $0^{gr},05$ de gypse. En outre, en comparant des gypses à peu près de même pureté, mais pris à divers niveaux dans toute l'épaisseur de la série, la proportion de strontiane s'est toujours montrée sensiblement la même. La strontiane est donc diffusée, de la façon la plus absolue, dans les gypses de Bex; *elle en est, dès lors, contemporaine*.

» *Acide borique*. — Les eaux mères de Bex ont un poids spécifique de 1,21; elles contiennent 184^{gr} de chlore par litre. A ce point de vue, elles sont presque identiques à celles de Salins dans le Jura (poids spécifique = 1,26; chlore par litre = 177^{gr}).

» Les eaux mères de Bex sont très riches en acide borique. Laissant de côté les déterminations successives que j'ai exécutées, j'arrive au résultat définitif : 1^{cc} de cette eau mère, traité suivant la méthode décrite dans mes précédentes publications (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII et XXV), a laissé un résidu insoluble dans l'eau; il a été divisé, à vue d'œil, en cinq parties égales; chacune d'elles a donné une coloration d'un vert intense avec la flamme de l'hydrogène et le spectre très accusé de l'acide borique dans le spectroscope. Ce n'est même pas là, à beaucoup près, une limite inférieure.

» J'ai soumis à l'étude que je viens de résumer un grand nombre de dépôts salifères des Alpes suisses : les résultats que j'ai obtenus ont été exactement les mêmes que ceux qui viennent d'être exposés pour les terrains de Bex.

» L'ensemble des faits précédents conduit donc à cette conclusion, que les terrains salifères des Alpes suisses, comme ceux des Alpes françaises, du Jura et des Pyrénées, sont des produits provenant de l'évaporation des anciennes mers. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 FÉVRIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le quatrième trimestre de l'année* 1882; communiquées par M. MOUCHEZ.

Dates. 1882.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(1) Cérès.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct.	3....	10.10.34	23. 0.33,90	+ 0,29	112.42.34,3	— 1,9
	13....	9.26. 4	22.55.22,39	+ 0,28	»	»
	18....	9. 4.38	22.53.35,02	+ 0,24	112.24.28,7	— 1,7
	24....	8.39.40	22.52.12,01	+ 0,26	112. 5.49,9	— 0,8
Nov.	2....	8. 3.46	22.51.41,69	+ 0,30	111.27.27,2	— 0,1
	4....	7.56. 3	22.51.50,02	+ 0,25	111.17.23,5	— 0,3
			(80) Sapho.			
Oct.	12....	10.32.15	23.57.47,56	»	81.13. 2,5 (1)	»
	18....	10. 6.33	23.55.40,15 (1)	»	82.27.40,1	»
	20....	9.58.12	23.55.11,54	»	82.51.16,4	»
	24....	9.41.54	23.54.37,03	»	83.36. 0,6	»

(1) Observations douteuses, faites dans de mauvaises conditions atmosphériques.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(20) MASSALIA.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 12....	11.20.22	0.46. 2,22	+ 3,87	84.48.23,7	—25,7
18....	10.51.27	0.40.41,96	+ 3,94	85.24.38,5	—25,0
20....	10.41.54	0.39. 0,82	»	85.36.10,1	»
24....	10.23. 1	0.35.50,26	»	85.58. 4,9	»
		(216) CLÉOPATRE.			
Oct. 12....	11.25.39	0.51.19,67	»	76.17. 2,0	»
18. ..	10.58.35	0.47.51,33	»	77.38.17,0	»
20....	10.49.40	0.46.47,58	»	78. 5.31,2	»
24....	10.32. 1	0.44.52,10	»	78.59.33,2	»
		(168) SYBILLE (¹).			
Oct. 18....	9. 8.45	22.57.43,19	»	92.58.45,4	»
		(31) EUPHROSINE.			
Oct. 18....	11.30.37	1.19.58,42	— 1,67	90.24.31,5	+24,4
20....	11.20.32	1.17.44,76	— 1,61	90.18.28,8	+24,1
24....	11. 0.25	1.13.20,93	— 1,47	90. 5.11,2	+23,6
Nov. 2....	10.15.44	1. 4. 1,70	— 1,71	89.28.58,5	+21,8
4....	10. 5.58	1. 2. 7,17	— 1,60	89.19.45,8	+24,2
		(5) ASTRÉE.			
Nov. 2....	11.33.29	2.21.58,58	+ 7,41	84.45.28,2	—31,1
4....	11.23.47	2.20. 8,42	+ 7,26	»	»
20....	10. 7.30	2. 6.44,32	»	85.55.56,7	»
		(15) EUNOMIA (¹).			
Nov. 20....	11.33.12	3.32.40,06	+34,23	53.2 .26,3	—76,1
		(11) PARTHÉNOPE.			
Déc. 13....	10.22.13	3.52.10,16	+ 0,27	76. 8.47,2	— 2,3
16....	10. 8. 6	3.49.50,15	»	7. 8. 53,9	»
		(57) MNÉMOSYNE.			
Déc. 13....	10.25.45	3.55.42,95	»	86.26. 7,3	»
16....	10.12.11	3.53.55,64	»	86.33.20,4	»
		(141) LUMEN (¹).			
Déc. 13....	11.19.59	4.50. 5,60	»	49.30. 9,9	»

(¹) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

» Les comparaisons de Cérès se rapportent à l'éphéméride publiée dans le *Nautical Almanac;* toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. Henri Renan. »

TRANSPORT DE L'ÉNERGIE. — *Résultats des expériences faites dans les ateliers du Chemin de fer du Nord, sur le transport électrique du travail à grande distance de M. Deprez.* Note de M. **Tresca.**

« Depuis les expériences de MM. Chrétien et Félix à Sermaize, dont j'ai rendu compte à l'Académie dans sa séance du 26 mai 1879, et même depuis celles de MM. Fontaine et Breguet à l'Exposition de Vienne, en 1873, je me suis efforcé de trouver une installation à l'aide de laquelle il me fût possible de déterminer toutes les données électriques et mécaniques de la transmission du travail par l'intermédiaire des machines dynamo-électriques.

» Les conditions diverses de ces premiers essais étaient bien éloignées de celles dont il est depuis quelque temps question dans les séances de l'Académie, et M. Marcel Deprez étant venu nous demander de vouloir bien nous charger de faire nous-même les constatations nécessaires, nous avons, avec empressement, consenti à nous en charger, ce qui nous permet de présenter, dès aujourd'hui, à l'Académie le procès-verbal très complet des essais qui ont eu lieu le 11 de ce mois et dont tous les éléments, en concordance très satisfaisante, ne laissent place à aucune incertitude. Nous en pouvons prendre la complète responsabilité.

» Le fil télégraphique de $0^{m},004$ de diamètre par lequel la transmission était faite présentait une résistance de 160^{ohms}; il avait, de Paris au Bourget et retour, une longueur totale de 17000^{m}, mais les machines étaient en outre réunies entre leurs autres pôles par un fil court; les conditions dans lesquelles on a opéré, abstraction faite des effets de dérivation, correspondent sensiblement au cas dans lequel les deux machines auraient été placées, l'une par rapport à l'autre, à une distance de 8500^{m} seulement et reliées par un double fil d'aller et retour.

» La machine génératrice, par la forme de ses armatures, était d'un système particulier, à double bobine et à fil de 1^{mm} de diamètre, qui appartient à M. Deprez; la réceptrice était une grande machine Gramme, type de la Guerre, modifiée pour l'objet auquel elle devait être employée. Les résistances de ces deux machines étaient respectivement 56 et 83^{ohms}.

» Dans chaque expérience on a déterminé simultanément le nombre de leurs révolutions par minute, au moyen de compteurs spéciaux.

» Toutes les mesures électriques ont été faites par M. le Dr J. Hopkinson, de la Société royale de Londres, avec la série des appareils de sir William Thomson; elles ont d'ailleurs concordé très exactement avec les indications consignées les jours précédents par M. Deprez, sur son carnet d'expériences, avec l'emploi de ses propres instruments.

» Les mesures de la différence de potentiel entre les deux pôles de chacune des machines dynamo-électriques ont été prises avec un galvanomètre de Thomson, en employant une résistance supplémentaire de 50000^{ohms}.

» Les mesures du courant ont été effectuées au moyen d'un autre galvanomètre de Thomson, dans lequel le courant tout entier était introduit.

» Les aimants de ces deux instruments, après avoir été vérifiés à Londres, le 9 février, ont été examinés de nouveau le 13, à leur retour de Paris, et il a été constaté qu'ils n'avaient subi aucune modification; chaque division du galvanomètre destiné au potentiel correspondait à $50^{\text{volts}},7$, et chaque division du galvanomètre de courant à $0^{\text{amp}},223$.

» Le dynamomètre de rotation à styles de M. le général Morin, prêté pour la circonstance par le Conservatoire des arts et métiers, et destiné à mesurer le travail moteur, était relié à la machine génératrice par un arbre intermédiaire, et les quatre poulies qui formaient la transmission conduisaient, en tenant compte de la demi-épaisseur des courroies, à $\frac{0,835}{0,525} \times \frac{1,405}{0,345} = 6,48$.

» Les expériences ont été faites dans des conditions telles que le rapport observé entre les nombres de tours a été réellement $\frac{60,6}{95,6} = 6,35$, ce qui suffit pour établir qu'il n'y a eu aucun glissement anormal, dont il faille tenir compte, dans l'installation de la transmission.

» Le travail moteur a été mesuré par des diagrammes dans lesquels chaque millimètre d'ordonnée représentait un effort de $8^{\text{kg}},80$, le chemin parcouru par tour étant $\pi \times 0,835 = 2^{\text{m}},623$.

» Le travail disponible sur l'arbre de la réceptrice a été constamment mesuré par un frein de Prony, parfaitement équilibré, dont le bras de levier avait horizontalement une longueur $L = 0^{\text{m}},796$, correspondant à un parcours de 5^{m} par tour. Ce levier ayant été constamment soumis à une charge de 5^{kg}, le travail a été calculé à raison de 25^{kgm} par tour.

» Sept expériences ont été faites successivement dans les conditions qui viennent d'être indiquées; un seul diagramme, celui de la dernière expé-

rience, nous a fait défaut et l'on a en outre, dans une huitième détermination dynamométrique, évalué le travail consommé par la transmission mécanique, comprise entre le dynamomètre et la machine génératrice. La vitesse était alors plus grande que dans le cours des autres expériences, mais nous en déduirons seulement le travail consommé par tour, de manière à pouvoir immédiatement en calculer l'influence pour chacune des expériences précédentes.

» Le Tableau suivant renferme toutes les données recueillies, ainsi que leurs moyennes :

Tableau des données numériques de toutes les expériences.

	Dynamomètre.				Courant	Génératrice.			Réceptrice.			Frein.
Numéros des diagr.	Ordonnée moyenne des diagr.	Tours par min.	Travail en kilog.	Travail moteur en chevaux.	Intensité du courant en ampères.	Force électrom. en volts.	Nombre de tours en min.	Travail électrique en chev.	Force électrom. en volts.	Nombre de tours en min.	Travail électrique en chev.	Travail au frein en chev. (1).
	mm	t										
I........	12,87	101	500,07	6,66	2,523	1447	633	4,89	1037	418	3,50	2,32
II.........	12,84	98	484,09	6,45	2,594	1324	596	4,61	936	369	3,26	2,05
III......	13,49	97	503,39	6,71	2,531	1237	608	4,19	887	384	3,01	2,13
IV........	12,48	92	441,70	5,89	2,564	1247	571	4,29	869	345	2,99	1,92
V.........	13,01	87	435,43	5,80	2,564	1212	553	4,17	814	315	2,80	1,75
VI	12,52	90	433,48	5,78	2,576	1276	580	4,41	908	363	3,14	2,01
Totaux...	77,21	565	2798,16	37,29	15,352	7743	3541	26,56	5451	2194	18,70	12,18
Moyennes.	12,87	94,2	466,36	6,21	2,559	1290,5	590,2	4,42	908,5	365,8	3,12	2,03
VII.......	x	104	x	x	2,645	1533	699	5,47	1146	502	4,09	2,75
VIII......	0,78	112	33,6	0,45	et pour chaque tour par minute $0^{kgm},3$.							

» Le travail mécanique a été évalué en chevaux, à raison de 75^{kgm} par seconde; mais nous devons faire remarquer que les travaux électriques ont été déduits, par M. Hopkinson, des mesures directes faites au galvanomètre, en estimant le cheval à 76^{kgm}. Malgré la légère incorrection qui en résulte, il nous a paru plus convenable de conserver les chiffres accusés par l'observateur anglais.

» En ne considérant d'abord que le résultat moyen des six premières expériences qui sont seules complètes, nous voyons que l'on a transmis $2^{chx},03$ pour une dépense de $6^{chx},21$ sur l'arbre du dynamomètre, ce qui correspond à un rendement de $0^{ch},327$. Et cette conclusion se trouve surabondamment corroborée par l'examen comparatif des chiffres successifs de chacune des colonnes.

» Pour la vitesse moyenne de $94^{t},2$ par minute au dynamomètre, le travail de la transmission mécanique, y compris la rotation à vide

(1) Les vitesses correspondantes sont celles de l'arbre de la directrice.

de la génératrice, s'élèverait à $0,3 \times 94,2 = 28^{kgm},26$ ou à $0^{ch},377$, et le chiffre précédent du rendement se trouverait ainsi porté à $2,01 : (6,21 - 0,38) = 0,345$; mais nous attachons, en réalité, peu d'importance à cette correction, qui est minime, par l'impossibilité dans laquelle on se trouvera presque toujours, dans les applications, de supprimer ce travail supplémentaire, qui comprendrait tout au moins l'effet des résistances mécaniques de l'arbre de la machine génératrice.

» Mais c'est surtout dans l'étude du rendement des diverses parties de l'installation que nous trouverons des indications d'un grand intérêt, qui sont mises en évidence dans le Tableau suivant de la décomposition de chacune des expériences en trois parties distinctes.

Tableau des quantités de travail mesurées sur les différents points de l'installation.

Désignation des expériences.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Totaux.	Moyennes.
	ch	ch	ch	ch	ch	ch		ch
Travail moteur au dynamomètre..	6,66	6,45	6,71	5,89	5,80	5,78	37,29	6,21
Travail perdu à la génératrice (par différence)................	1,77	1,84	2,52?	1,60	1,63	1,37	10,73	1,79
Travail électrique à la sortie de la génératrice..................	4,89	4,61	4,19	4,29	4,17	4,41	26,56	4,43
Travail dépensé dans le circuit (par différence)................	1,39	1,35	1,18	1,30	1,37	1,27	7,86	1,31 (¹)
Travail électrique à l'entrée de la réceptrice....................	3,50	3,26	3,01	2,99	2,80	3,14	18,70	3,12
Travail perdu à la réceptrice (par différence)................	1,18	1,21	0,88	1,07	1,05	1,13	6,52	1,09
Travail transmis à l'arbre du frein..	2,32	2,05	2,13	1,92	1,75	2,01	12,18	2,03

Rendements.

Rendement de la génératrice en travail électrique................	0,734	0,715	0,624	0,728	0,719	0,763	4,283	0,712
Rendement du circuit en travail électrique..................	0,715	0,707	0,721	0,697	0,670	0,712	4,212	0,706
Rendement de la réceptrice en travail mécanique..............	0,671	0,610	0,707	0,642	0,625	0,640	3,895	0,651
Rendement définitif entre les deux extrémités..................	0,348	0,318	0,317	0,326	0,302	0,348	1,959	0,326

(¹) La résistance calculée de la ligne (160^{ohms}), pour l'intensité moyenne de $2^{amp},559$, représente en travail $1^{ch},42$.

» Ces résultats se prêtent immédiatement à une interprétation extrêmement simple, si l'on énonce que chacune des trois parties de l'installation donne un effet utile d'environ 0,70.

» Les résistances de la génératrice, la chaleur qui s'y développe, les pertes par les balais et les étincelles se traduisent par une dépense d'énergie de 30 pour 100.

» Dans les conditions de l'expérience, la chaleur développée dans le circuit représente 30 pour 100 de l'énergie électrique qui lui est confiée. On aurait pu craindre qu'il ne se fît dans la ligne quelque communication anormale entre le fil d'aller et le fil de retour, mais les fils étaient posés sur poteaux dans tout leur parcours et il suffit de faire remarquer à cet égard que la perte intermédiaire entre la génératrice et la réceptrice est en moyenne égale aux 122^{kgm} qui correspondent à la résistance totale du circuit, qui est de 160^{ohms}.

» Enfin les résistances de la réceptrice, l'influence de ses balais et des étincelles absorbent aussi 30 pour 100 du travail électrique qui lui est imparti.

» En nombres ronds, l'effet utile diffère peu de $\overline{0,70}^3 = 0,343$.

» Dorénavant on sera en droit d'exiger, dans toutes les expériences de cette nature, la mesure du travail qui traverse chacune des parties de l'appareil de transmission. Les moyens que nous possédons pour la mesure de l'énergie électrique sont bien plus avancés que ceux à l'aide desquels nous pouvons enregistrer le passage du travail ou celui de la chaleur, et l'on ne saurait trop insister sur la facilité et la sûreté que l'emploi des courants met à notre disposition sous ce rapport. Les unités électriques sont dès maintenant en parfait accord avec les unités mécaniques.

» Dans les données de la septième expérience, qui peuvent être mises en parallèle avec les précédentes, nous sommes réduits aux indications suivantes :

Travail électrique de la génératrice	$4^{\text{chx}},64$
Perte intermédiaire par différence	1,34
Travail électrique à la réceptrice	3,30
Perte intermédiaire par différence	0,51
Travail réellement transmis	2,79
Rendement du circuit	0,711
Rendement de la réceptrice	0,845

» Le chiffre de ce dernier rendement diffère notablement de ceux qui sont compris dans le Tableau général; mais il n'est pas trop hasardé de

conclure de celui de 0,711 que le rendement en travail transmis, favorisé cependant par une augmentation notable de la vitesse, ne saurait différer beaucoup de ceux qui ont directement été mesurés.

» En partant des résistances des deux machines au repos, on peut calculer encore le travail perdu en chaleur que déterminent ces résistances dans chacune des expériences faites, et en déduire par conséquent, par différence, pour l'une et l'autre machine, le travail supplémentaire perdu soit par les frottements, soit par les étincelles, soit en même temps par l'augmentation possible des résistances électriques pendant le fonctionnement. Il nous suffira de dire que, pour la génératrice, l'ensemble de ces pertes s'élève à $0^{ch},92$ et à $0^{ch},36$ pour la génératrice. Cette différence s'explique par la petitesse relative du travail qui est mis en jeu dans la directrice, et sa mesure, en complétant les indications qui ont été données déjà sur les différentes déperditions, rend compte de toutes les conditions pratiques des expériences faites.

» Je ne saurais oublier en terminant de rendre hommage aux soins et à l'habileté que M. Hopkinson a su apporter, dans ces expériences, à toutes les déterminations électriques, qui ont seules permis de porter l'investigation jusque dans les détails des diverses transformations de l'énergie dans ses modes successifs de manifestations.

» En résumé, le travail réellement transmis à une distance de $8^{km},5$ par un fil télégraphique ordinaire, en fer, de 4^{mm} de diamètre, dans le mode d'installation de M. Deprez, représente le tiers du travail moteur.

» Si, les courants restant les mêmes, on faisait abstraction de la résistance du circuit intermédiaire, l'effet utile correspondant pourrait s'élever, d'après ces évaluations, à près de moitié du travail moteur.

» L'expérience dont il s'agit, sévèrement contrôlée dans toutes ses parties, a réalisé pour la première fois le transport de 2^{chx}, et même dans un des essais celui de $2^{chx},79$, à une aussi grande distance.

» Les résultats qui précèdent correspondent à une vitesse de 590 tours seulement par minute à la génératrice; une nouvelle série d'expériences, dans laquelle les déterminations électriques ont été faites sous le contrôle de notre Confrère, M. Cornu, a été réalisée hier à la vitesse moyenne de 814 tours. Il en sera rendu compte avec les mêmes détails dans la prochaine séance; mais nous pouvons dire déjà qu'il résulte d'un premier examen de celle qui correspond à la plus grande vitesse, et dans laquelle on a transmis $3^{chx},68$, que le rendement, déduction faite du travail absorbé

par la transmission mécanique à la génératrice et par l'arbre même de cette génératrice, s'est élevé pour 890 tours à 42 pour 100 au lieu de 35, et, sans cette déduction du travail de transmission, à 0,33 au lieu de 0,32. »

Après quelques observations présentées par M. Bertrand et une réponse de M. Tresca, M. le **Président** décide que les expériences de M. Marcel Deprez, et celles qu'il se propose de poursuivre en faisant varier les conditions du problème, seront soumises à l'examen d'une Commission composée de MM. Bertrand, Tresca, Cornu, de Lesseps, de Freycinet.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Note sur le théorème de Legendre cité dans une Note insérée dans les* Comptes rendus; par M. **Sylvester**.

« Le théorème de Legendre, cité par MM. de Jonquières et Lipschitz, est une conséquence immédiate d'un théorème logique bien connu, lequel, *mis sous forme sensible*, équivaut à dire que, si A, B, C, ... sont des corps avec la faculté de s'entrecouper, contenus dans un vase d'eau, et si a, ab, abc, ... représentent symboliquement les volumes de A, de la partie commune à A et à B, de la partie commune à A, B, C, ..., alors le volume du liquide déplacé par la totalité des corps sera

$$\Sigma a - \Sigma ab + \Sigma abc - \ldots.$$

» Conséquemment, ce théorème admet une généralisation infinie dont je donnerai un seul exemple.

» Nommons les nombres premiers qui n'excèdent pas n, nombres premiers subordonnés à n, et distinguons entre eux ceux qui sont plus grands que $\sqrt{n}$ comme supérieurs.

» Le théorème de Legendre équivaut à dire que, si $p_1, p_2, \ldots, p_i$ sont les nombres premiers subordonnés à $\sqrt{n}$, le nombre des nombres premiers subordonnés à n du genre supérieur augmenté de l'unité est égal à

$$n - \sum\left(\frac{n}{p_1}\right) + \sum\left(\frac{n}{p_1 p_2}\right) - \sum\left(\frac{n}{p_1 p_2 p_3}\right) + \cdots.$$

» Or, représentons la fonction $\frac{x^2 + x}{2}$ par Δx; alors on aura le théorème que la *somme* des nombres premiers subordonnés à n du genre supérieur

augmenté de l'unité sera égale à

$$\Delta n - \sum p_1 \Delta\left(\frac{p}{p_1}\right) + \sum p_1 p_2 \Delta\left(\frac{n}{p_1 p_2}\right) + \cdots$$

» Par exemple, si $n = 11$, les nombres premiers subordonnés à 11 du genre supérieur seront 5, 7, 11, et les nombres premiers subordonnés à $\sqrt{n}$ sont 2, 3.

» On doit donc trouver, et en effet on trouve

$$(11.12) - 2(5.6) - 3(3.4) + 6(1.2) = 2(1 + 5 + 7 + 11).$$

» Je saisis cette occasion pour dire que j'ai fait calculer la valeur de $J(n)$, « somme-totient de n », pour toutes les valeurs entières de n jusqu'à 500, et je trouve que sans aucune exception $J(n)$ est toujours plus grand que $\frac{3}{\pi^2}(n^2)$ et plus petit que $\frac{3}{\pi^2}(n+1)^2$.

» Il reste à démontrer que ces limites sont d'application universelle pour un nombre entier quelconque n.

» On peut faire une extension illimitée du théorème donné dans le numéro précédent des *Comptes rendus* sur les *sommes-totients*, tout à fait analogue à l'extension ci-dessus donnée au théorème de Legendre sur les nombres premiers. Nommons, par exemple, $u(j)$ la somme de tous les nombres premiers et inférieurs à j et Uj la somme

$$u(1) + u(2) + \ldots + u(j).$$

» On établit facilement l'identité

$$\sum_{r=\infty}^{r=0} \Delta\left(E\frac{j}{r}\right) u\left(\frac{j}{r}\right) = \frac{j(j+1)(j+2)}{6},$$

où Δx signifie le nombre triangulaire $\frac{x^2+x}{2}$, et avec ce théorème, en se servant, comme dans la théorie des sommes-totients, du principe de la division harmonique et en écrivant

$$Vj = Uj - 2U\frac{j}{2} + 3U\frac{j}{3} - 4U\frac{j}{4} + 5U\frac{j}{5} + \cdots,$$

on en déduit facilement

$$Vj = \frac{j^3}{12} - \frac{j}{3}$$

quand j est pair,

$$Vj = \frac{(j+1)^3}{12} + \frac{j+1}{6}$$

quand j est impair, etc.

» Dans ma Note *Sur le nombre des fractions ordinaires inégales*, etc., j'ai omis de dire que l'équation

$$\Sigma E \frac{j}{r} T \frac{j}{r} = \frac{j^2+j}{2}$$

peut être écrite sous la forme

$$(1) \qquad Jj + J\frac{j}{2} + J\frac{j}{3} + J\frac{j}{4} + \ldots = \frac{j^2+j}{2}.$$

» De même, l'équation

$$\Sigma \Delta E \frac{j}{r} U \frac{j}{r} = \frac{j(j+1)(j+2)}{6}$$

équivaut à l'équation

$$(2) \qquad Uj + 2U\frac{j}{2} + 3U\frac{j}{3} + 4U\frac{j}{4} + \cdots = \frac{j(j+1)(j+2)}{6}.$$

» Il est facile de démontrer, avec l'aide des équations (1) et (2), que les valeurs asymptotiques de $\frac{Jj}{j^2}$ et $\frac{Uj}{j^3}$ pour j indéfiniment grand sont $\frac{3}{\pi^2}$ et $\frac{1}{\pi^2}$ respectivement.

» Cauchy, MM. Halphen et Lucas ont écrit sur *les suites de Favery*. Il est donc bon de faire remarquer que Jj est le nombre des fractions et Uj la somme des numérateurs des fractions dans une telle suite pour laquelle la limite donnée est j. »

RAPPORTS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Rosenstiehl, *intitulé « Recherches sur les matières colorantes de la garance »*; par M. **Ad. Wurtz.**

(Commissaires : MM. Fremy, Cahours, Friedel; Wurtz, rapporteur.)

« Cinquante ans se sont écoulés depuis la découverte, par Robiquet et Colin, de l'alizarine, que l'on envisageait alors comme le seul principe colorant de la garance, jusqu'au jour où les progrès de la Chimie organique ont permis à MM. Graebe et Liebermann de faire la synthèse de cette belle

matière. Pendant ce long espace de temps, la garance est devenue l'objet d'un grand nombre de travaux qui ont introduit dans la Science des faits nouveaux et importants, mais aussi des données inexactes ou incomplètes. De fait, l'histoire chimique de cette plante tinctoriale était devenue très compliquée. On savait, depuis Schunck, que la garance renferme des glucosides solubles dans l'eau et donnant, par leur dédoublement, du sucre et des matières colorantes insolubles. On admettait que ces dernières étaient pareillement contenues dans la racine desséchée, d'où l'on avait extrait cinq matières colorantes définies, savoir :

» L'alizarine;

» La purpurine;

» L'orange de garance;

» La pseudopurpurine;

» La purpuroxanthine.

» Si les propriétés de ces corps avaient été étudiées avec soin, autant que le permettaient les méthodes, quelquefois téméraires, employées pour leur préparation, il s'en faut que leur constitution et leurs liens de parenté eussent été établis avec certitude. Ici tout était doute et confusion, jusqu'au moment où la brillante synthèse de MM. Graebe et Liebermann a rattaché l'alizarine à l'anthracène.

» L'alizarine apparaît désormais comme une dioxyanthraquinone et la purpurine comme une trioxyanthraquinone, point de vue qui a été vérifié, en ce qui concerne cette dernière substance, par une belle expérience de M. Delalande qui a réussi à convertir l'alizarine en purpurine, par un simple procédé d'oxydation.

» La découverte de MM. Graebe et Liebermann marque une date dans l'histoire des matières colorantes, non seulement par l'importance des applications industrielles qui en découlent, mais encore par la beauté et la fécondité des conceptions théoriques qui s'y rattachent. Celles-ci ont donné, du même coup, la clef de la constitution de tous ces corps, des indications précises pour leur synthèse, et l'interprétation de leurs nombreuses isoméries. On connaît aujourd'hui cinq isomères de la purpurine et huit isomères de l'alizarine.

» Parmi ces derniers, il faut compter la purpuroxanthine qui a été découverte en 1864 par MM. Schützenberger et Schiffert. Comme tous ses congénères, elle a fait l'objet des recherches de M. Rosenstiehl et le Mémoire qui est soumis au jugement de l'Académie relate divers faits nouveaux qui la concernent. De nouvelles analyses faites avec un produit purifié avec

soin lui ont permis de mettre hors de doute l'isomérie de la purpuroxanthine avec l'alizarine. Il a même réussi à convertir la première en purpurine en l'oxydant par fusion avec la potasse. Inversement, la purpurine peut être convertie en purpuroxanthine par l'action des agents réducteurs. En effet, lorsqu'on traite la purpurine par l'acide iodhydrique ou par le sel d'étain, en présence d'un excès de soude, ce n'est pas l'alizarine qui se forme, mais bien son isomère, la purpuroxanthine, comme l'a montré M. Schützenberger. M. Rosenstiehl a poussé la réduction plus loin : par l'action prolongée de l'acide iodhydrique, il a obtenu, indépendamment d'un produit d'addition, qu'il nomme *hydropurpuroxanthine,* de l'anthracène et des hydrures d'anthracène, expérience qui met en lumière les relations qui existent entre la purpuroxanthine et son carbure générateur, l'anthracène.

» La purpurine dont il vient d'être question a pareillement attiré l'attention de M. Rosenstiehl. Elle a été découverte par Robiquet et Colin, et pendant longtemps on la croyait dépourvue de propriétés tinctoriales. C'est elle pourtant qui donne, avec les mordants d'alumine, après un avivage au bain de savon, ces teintes rouge carminé et rose qui sont si remarquables par leur éclat et leur solidité. M. Rosenstiehl a découvert un nouveau mode de formation de la purpurine. Et comme c'est là un des points les plus saillants de son Mémoire, l'Académie me permettra d'entrer dans quelques détails à ce sujet.

» On préparait il y a quelques années, sous le nom de *purpurine commerciale,* un produit qu'Emile Kopp avait obtenu en épuisant la racine de garance par une solution d'acide sulfureux. On avait reconnu qu'elle était impropre à la teinture; mais en la chauffant vers 180°, en présence de la glycérine, E. Kopp l'avait transformée en une matière tinctoriale qu'il avait nommée *purpurine solide,* parce qu'elle donne en teinture des nuances franches et stables.

» Son procédé était purement empirique : les recherches de M. Rosenstiehl en ont donné l'explication théorique.

» La purpurine commerciale renfermait, en effet, de la pseudopurpurine qui en a été extraite en 1874 par MM. Schützenberger et Schiffert et qui ne produit aucun effet utile en teinture. M. Rosenstiehl a démontré que ce corps se dédouble, avec la plus grande facilité, en acide carbonique et en purpurine. Tous les produits dérivés de la garance qui ont subi l'action prolongée d'un liquide chaud ne renferment plus de pseudopurpurine, mais bien son produit de dédoublement, la purpurine, qui donne le rouge

de garance : il en est ainsi des garanceux, de la garancine, de l'extrait de garance, de la purpurine commerciale transformée. Telle est la facilité avec laquelle la pseudo-purpurine subit le dédoublement dont il s'agit que M. Rosenstiehl a éprouvé de grandes difficultés à l'obtenir à l'état de pureté. Il suffit de la chauffer à 40° avec de l'alcool pour la dédoubler. M. Rosenstiehl a réussi néanmoins à la séparer de la purpurine et à démontrer que ce produit ne renferme pas 14^{at} de carbone, comme les oxyanthraquinones, mais bien 15^{at} de carbone, le quinzième y étant contenu sous la forme de ce groupe générateur des acides qu'on nomme *carboxyle*. La pseudo-purpurine est en réalité une trioxycarboxyle-anthraquinone, c'est-à-dire de l'anthraquinone dans laquelle 3^{at} d'hydrogène sont remplacés par le groupe oxhydryle OH et un quatrième atome d'hydrogène par le groupe carboxyle CO.OH. En perdant de l'acide carbonique elle se transforme en trioxyanthraquinone, c'est-à-dire en purpurine

$$\underbrace{C^{14}H^{8}O^{2}}_{\text{Anthraquinone.}}, \quad \underbrace{C^{14}H^{5}O^{2}\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}}_{\text{Purpurine.}}, \quad \underbrace{C^{14}H^{4}O^{2}\begin{cases}CO^{2}H\\OH\\OH\\OH\end{cases}}_{\text{Pseudopurpurine.}}$$

» Ces faits, qui offrent un haut intérêt théorique, ont jeté une vive lumière sur diverses observations, que l'on avait faites dans la pratique industrielle, sans pouvoir sans rendre compte. On avait remarqué à Mulhouse que la garance d'Avignon donnait en teinture des nuances plus solides et plus nourries que la garance d'Alsace, dans les mêmes conditions. Ce fait était dû à cette circonstance que, la garance d'Avignon étant riche en chaux, la pseudopurpurine, qui donne des nuances fausses et fugaces, était éliminée sous forme de laque calcaire insoluble, tandis que, dans le cas de la garance d'Alsace, pauvre en éléments calcaires, elle se fixait sur les tissus, en même temps que l'alizarine.

» On explique ainsi les effets utiles que produisait en Alsace l'addition, préconisée par Haussmann, de petites doses de craie aux bains de teinture. On empêchait ainsi la fixation de la pseudopurpurine, laquelle se trouvait, à l'état de combinaison calcaire, dans les résidus de garance.

» Pendant de longues années ces résidus étaient perdus. Plus tard on était parvenu à en tirer parti en les traitant par l'acide sulfurique. La pseudopurpurine, mise en liberté par cet acide, éprouvait, dans ces conditions, le dédoublement indiqué en acide carbonique et en purpurine utile en

teinture. De fait, cette dernière constituait la plus grande partie des matières colorantes contenues dans les résidus dont il s'agit et qui, après le traitement par l'acide sulfurique, prenaient le nom de *garanceux*. C'est le hasard ou une inspiration heureuse qui avait guidé la pratique industrielle en cette circonstance, comme en beaucoup d'autres : la Science en a donné la raison d'être et l'explication, rétrospective en quelque sorte, car tous ces produits de transformation de la garance, qui ont joué un si grand rôle dans l'industrie et qui ont exercé pendant si longtemps la sagacité et l'habileté des fabricants alsaciens, sont destinés à disparaître avec la plante tinctoriale elle-même qui avait servi à les préparer.

» L'alizarine et la purpurine artificielles, leurs mélanges et leurs produits de transformation offrent aujourd'hui des ressources plus variées et plus avantageuses.

» La pseudopurpurine, dont les recherches de M. Rosenstiehl nous ont fait connaître la vraie nature, n'est pas le seul principe de la garance qui renferme 15^{at} de carbone. L'orange de garance, identique avec la munjistine, que Stenhouse a retirée en 1864 de la garance de Munjeet, est dans le même cas. Il résulte, des travaux de MM. Schunck et Rœmer, que ce corps se dédouble par l'action de la chaleur en acide carbonique et en purpuroxanthine, et il est juste de reconnaître que cette observation, qui date de 1877, n'a pas été sans influence sur la direction que M. Rosenstiehl a imprimée à ses recherches sur la pseudopurpurine.

» Dans le travail d'ensemble qu'il soumet à l'Académie et qu'il a poursuivi pendant plusieurs années, ce chimiste s'est occupé successivement de tous les principes qu'on peut tirer de la garance. Les propriétés des corps qu'il a eus entre les mains sont indiquées avec soin; leurs spectres d'absorption ont fait l'objet d'une description spéciale. Dans des Tableaux annexés au Mémoire, toutes les matières colorantes dérivées de l'anthraquinone sont classées d'après un ordre méthodique et caractérisées par leur origine, leurs propriétés chimiques, leurs qualités tinctoriales. L'alizarine elle-même a fait l'objet de ses recherches. On sait aujourd'hui qu'elle donne, avec les mordants d'alumine et de fer, des violets plus ou moins foncés et qu'elle est incapable de produire seule la belle couleur écarlate des tissus teints en rouge d'Andrinople. M. Rosenstiehl rappelle que notre regretté confrère Kuhlmann avait constaté ce fait dès 1828 et qu'il avait tiré de son observation cette conclusion fort juste, que l'alizarine n'est pas la seule matière colorante de la garance. Cette observation de Kuhlmann, qui avait passé inaperçue, a été confirmée quarante ans plus tard par M. Camille Kœchlin, dont le nom fait autorité en ces matières.

» L'alizarine n'est point facile à purifier. M. Rosenstiehl y a réussi à l'aide d'une méthode qu'il décrit dans son Mémoire, et qui lui a permis de faire, avec un produit irréprochable, des analyses correctes. Elle est plus stable que la purpurine, et, lorsqu'on soumet à l'action de certains réactifs énergiques des mélanges de ces deux matières colorantes, c'est la purpurine qui disparaît la première. Un industriel anglais, M. Pinkoff, avait livré au commerce un produit donnant de beaux violets, et qu'il avait préparé en portant à une température élevée de la garancine préalablement imprégnée d'alcali. Dans la pensée que l'alizarine était le seul principe colorant de la garance, on avait admis que cette opération éliminait une « matière fauve »; M. Rosenstiehl a démontré qu'elle fait disparaître la purpurine, en respectant l'alizarine.

» Le Mémoire qu'il a présenté à l'Académie est rempli d'observations de ce genre, qui dénotent, à la fois, un fonds solide de connaissances pratiques et un esprit rompu aux difficultés de la théorie.

» En terminant son étude, il soulève une question importante. Dans quel état les matières colorantes dont il s'agit sont-elles contenues dans la garance? On a admis que l'alizarine y existe comme telle et aussi à l'état d'un glucoside facilement décomposable. Quant à la purpurine, il n'en est pas ainsi, d'après M. Rosenstiehl, qui a démontré qu'elle provient du dédoublement d'une matière plus complexe, la pseudopurpurine ou acide purpurocarbonique. C'est cette dernière substance qui serait contenue dans la garance à l'état de glucoside. M. Rosenstiehl s'est demandé, dès lors, s'il n'en serait pas de même pour l'alizarine, laquelle dériverait d'un principe analogue à la pseudopurpurine, savoir, un acide alizarocarbonique, qui se dédoublerait en acide carbonique et en alizarine, comme l'autre en acide carbonique et en purpurine. A l'appui de cette hypothèse, M. Rosenstiehl cite une observation d'Em. Kopp, qui a constaté qu'un bain renfermant le glucoside de l'alizarine laisse dégager de l'acide carbonique au moment où ce glucoside se dédouble, par l'ébullition, en glucose et en alizarine insoluble. Il semble donc que l'acide alizarocarbonique ne résiste pas à la température où son glucoside se dédouble. La stabilité relative de ce dernier et le peu de fixité de son produit de dédoublement direct expliquent pourquoi ce produit n'a jamais pu être isolé, comme on a pu le faire pour son congénère, la pseudopurpurine. M. Rosenstiehl émet cette idée sous forme d'hypothèse; mais il faut avouer que celle ci séduit par sa simplicité. La garance, dont la composition paraissait si compliquée, ne renfermerait donc, en réalité, que trois glucosides, savoir :

» 1° Celui qui donne la pseudopurpurine ou acide carboxyle-purpurique;

» 2° Celui qui donne l'acide carboxyle-alizarique;

» 3° Celui qui donne la munjistine ou acide carboxyle-xanthopurpurique.

» Quoi qu'il en soit, l'Académie a pu se convaincre, par les développements dans lesquels on est entré, que M. Rosenstiehl lui a présenté un travail de longue haleine, poursuivi avec persévérance, riche en observations exactes et en aperçus ingénieux, et auquel la découverte de la constitution de la pseudopurpurine donne un véritable relief, car cette découverte a jeté une vive lumière sur un certain nombre de faits restés douteux ou incertains. Par ces motifs, votre Commission vous propose d'ordonner l'insertion du Mémoire de M. Rosenstiehl dans le *Recueil des savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Hospitalier** adresse une Note relative à l'influence du mode de couplage des machines dynamo-électriques, dans les expériences de transport de force à distance.

« Lorsque la transmission a lieu avec une machine placée à chaque extrémité de la double ligne, les dérivations qui peuvent se produire, par l'isolement imparfait de cette ligne, ont pour effet de diminuer l'intensité du courant qui traverse la machine réceptrice : par suite, elles diminuent à la fois le travail produit par unité de temps et le rendement.

» Il n'en est plus de même lorsque les deux machines sont placées côte à côte, et reliées entre elles, d'une part, par un fil court et parfaitement isolé; d'autre part, par une ligne télégraphique. Dans ce cas, l'isolement plus ou moins parfait de la ligne n'influe pas sur l'égalité toujours parfaite entre le courant qui traverse la machine génératrice et celui qui traverse la machine réceptrice. Il en résulte que le rendement est indépendant de cet isolement et ne dépend plus que du rapport des forces électromotrices, tandis que le travail produit augmente à mesure que l'isolement de la ligne diminue. »

(Renvoi à la Commission désignée plus haut.)

M. Fr. Romanet du Caillaud adresse deux Notes portant pour titres : « Guérison empirique de certains cas de surdité, par les paysans des environs de Péking », et « Utilisation, par la médecine chinoise, du fiel du serpent boa de l'Indo-Chine ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. J.-A. Mandon adresse une Note sur un « Traitement anti-phylloxérique par l'absorption de l'eau phénolée ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Discours prononcé par M. *Ch. Montigny*, à la séance publique de l'Académie Royale de Belgique, le 16 décembre 1882, sur les grandes découvertes faites en Physique, depuis la fin du XVIII[e] siècle ;

2° Le tome XXVI de « l'Année scientifique et industrielle » par M. *L. Figuier*;

3° La 7[e] édition du « Traité élémentaire d'Hygiène privée et publique » de M. Alf. Becquerel, publié par M. le D[r] *Hahn*, avec additions et bibliographies. (Présenté par M. Edm. Becquerel.)

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie les Ouvrages suivants, qui lui sont adressés par M. *Brown-Séquard* :

« Leçons sur la Physiologie et la Pathologie du système nerveux central » (en anglais); Philadelphie, 1860;

« Recherches expérimentales appliquées à la Physiologie et à la Pathologie » (en anglais); New-York et Paris, 1853;

« Leçons sur le diagnostic et le traitement des affections nerveuses fonctionnelles » (en anglais), Philadelphie, 1868;

« Leçons sur le diagnostic et le traitement des paralysies des membres inférieurs », traduites de l'anglais; 2[e] édition, Paris, 1864;

« Leçons sur les nerfs vaso-moteurs, sur l'épilepsie, etc. », traduites de l'anglais; Paris, 1872;

Et un certain nombre de Brochures sur la moelle épinière, sur le cerveau, sur l'épilepsie, l'inhibition, etc.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (232) *Palisa, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1883.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Planète — ☆	Log. fact. par.	Déclinaison. Planète — ☆	Log. fact. par.
Fév. 5...	*a*	7,5	— 1.24,15 (m s)	$\bar{1}$,008*n*	+ 9.15,0 (′ ″)	0,742
6...	*b*	9	+ 2.26,32	$\bar{1}$,104*n*	+ 1.50,7	0,742
13...	*c*	9	+ 0.27,42	$\bar{2}$,785*n*	+ 2.43,7	0,730
16...	*d*	9,5	— 0.20,94	$\bar{2}$,772*n*	+ 0.56,3	0,725
18...	*e*	9,5	— 0.30,75	$\bar{2}$,245	+ 0.22,4	0,721

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1883.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Fév. 5.	*a*, Weisse$_1$, 10^h, n° 5.	10. 3.19,21 (h m s)	+2,40 (s)	+10. 9.58,0 (° ′ ″)	—16,9 (″)	Weisse$_1$.
6.	*b*, B.D + 10°, n° 2102	9.58.42,00	+2,42	+10.23.20,0	—16,6	B.D.
13.	*c*, Weisse$_1$ 9^h, n° 1137	9.54.50,20	+2,50	+11.19.52,6	—16,9	Weisse$_1$.
16.	*d*, B.D + 11, n° 2137.	9.53. 2,67	+2,53	+11.46.13,1	—17,0	*Bonn.*, t. VI.
18.	*e*, B.D + 12, n° 2122.	9.51.25,00	+2,54	+12. 4. 6,0	—17,1	B.D.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.
Févr. 5..	11.59. 9 (h m s)	10. 1.57,46 (h m s)	+10.18.56,1 (° ′ ″)	18 : 20
6..	11.39.17	10. 1.10,74	+10.24.54,1	18 : 24
13..	11.45.30	9.55.20.12	+11.22.19,4	20 : 18
16..	11.32.33	9.52.44,26	+11.46.52,4	20 : 20
18..	12. 6.41	9.50.56,79	+12. 4.11,3	21 : 24

» Grandeur de la planète le 16 février : 11,8. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète (b), 1882, faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Toulouse;* par M. B. BAILLAUD.

Dates. 1882.	Temps moyen de Toulouse.	Δα (☄ — ☆)	α apparente.	Log. fact. par.	Δδ (☄ — ☆)	δ apparente.	Log. fact. par.	☆
	h m s	m s	h m s		′ ″	° ′ ″		
Oct. 3.	17.56.19	+ 15,75	10.16.19,33	$\bar{1}$,543*n*	+18.10,3	−14. 9.46,5	0,836	*a*
23.	17.15.32	+2.48,58	10. 8.10,96	$\bar{1}$,459*n*	−17.59,8	−16.39.28,5	0,858	*b*
31.	16.59.19	+2.30,68	9.56.22,08	$\bar{1}$,399*n*	− 1.14,6	−19.38.11,9	0,874	*c*
1883.								
Fév. 11.	10. 0.29	+ 7,08	5.59.33,85	$\bar{1}$,226	− 2.53,9	−19.19.23,0	0,886	*d*

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

			α.	δ.
			h m s	° ′ ″
1882,0...	*a*	245 W.H. 10	10.16. 1.52	−14.27.46,7
» ...	*b*	10423-4 Arg.-OE.	10. 5.19,84	−16.21.18,8
» ...	*c*	19558-60 Lal.	9.53.48,63	−19,36.48,0
1883,0...	*d*	4597-8 Arg.-OE.	5.59.24,90	−19.16.21,6

» Le 23 octobre, le noyau paraissait sensiblement rectiligne, et sa longueur a été trouvée égale à 3^s de temps. Le 3 et le 23 octobre, l'observation se rapporte à l'extrémité antérieure du noyau; le 31 octobre, on a dû observer le milieu, en éclairant le champ de la lunette. La comète a été examinée le 5 février à l'équatorial et au grand télescope. A ce dernier instrument, le noyau a paru nettement divisé en deux noyaux, le premier étant le plus faible; l'intervalle des deux a paru, à l'estime, être presque une minute d'arc. L'état du ciel n'a permis de faire une observation de position que le 11. J'ai constaté au grand télescope les mêmes apparences avec beaucoup plus de netteté. On apercevait deux noyaux séparés, dont chacun était bien rond. Je mesurai au télescope leur distance, et la trouvai égale à $2^s,5$. La queue était rectiligne; elle précédait et suivait l'ensemble des deux noyaux, la partie antérieure étant notablement plus faible que l'autre. L'observation fut faite à l'équatorial, où les deux noyaux étaient distincts : c'est le second, le plus brillant, qui a été observé. La séparation n'est pas douteuse ».

ASTRONOMIE. — *Sur une curieuse modification du noyau de la grande comète.* Note de M. DE OLIVEIRA-LACAILLE, présentée par M. Faye.

« Ayant été chargé par le Gouvernement du Brésil de l'observation du passage de Vénus à Olinda (Pernambuco), j'ai eu l'occasion d'observer, le 16 novembre 1882, une petite nébulosité qui se trouvait à 6° au sud du noyau de la grande comète.

» Cette petite nébulosité, vue au chercheur de $0^m,160$, offrait une forme sphérique et avait une petite condensation au centre.

» De retour à l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro, j'ai repris les observations sur le noyau de la grande comète.

» Le 8 janvier 1883, à 9^h du soir, en observant au grand équatorial de $0^m,250$ d'ouverture, avec un fort grossissement, j'ai vu distinctement que le noyau était très allongé et subdivisé en quatre petites nébulosités, dont les centres offraient l'aspect d'étoiles de 12e grandeur.

» L'aspect de la quatrième nébulosité, comparé aux autres, était moins condensé, mais un peu plus allongé. Ayant observé cette curieuse modification du noyau de la comète, je me suis empressé d'appeler les élèves astronomes, Lima, Louzada et Duarte, qui en ont constaté la réalité.

» Les quatre noyaux conservèrent le même alignement et le même aspect, jusqu'à 1^h du matin.

Le 9 janvier, à $9^h 30^m$ du soir, j'ai noté que les quatre nébulosités présentaient une modification sensible.

» En comparant les deux dessins que j'ai réussi à prendre, je suis resté surpris de voir que la première nébulosité avait été rejetée du noyau allongé.

» Le centre de cette première nébulosité n'offrait plus l'aspect d'une étoile de 12e grandeur.

» La deuxième nébulosité occupait exactement la place de la première dans le noyau, et présentait le même aspect et la même forme que le 8 janvier.

» La troisième occupait la même place et présentait le même aspect.

» La quatrième nébulosité s'est rapprochée sensiblement de la troisième, et, d'allongée qu'elle était, elle se présentait avec la forme sphérique, ayant en son centre l'aspect d'uue étoile de 12e grandeur.

» Le 10 janvier, à 10^h du soir, les quatre nébulosités conservaient le même aspect que le 9.

» Je reproduirai, au moyen de la Photographie, les trois intéressants dessins qui représentent l'aspect du noyau de la comète, pendant les nuits des 8, 9 et 10 janvier; ils seront publiés dans le *Bulletin astronomique* de l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation du passage de Vénus de 1882, faite à l'Observatoire de Lick au mont Hamilton (Californie)*; par M. **D. Todd**. (Analyse d'une Lettre adressée à M. Tisserand.)

« Sur l'invitation du capitaine R. S. Hoyd, président du Conseil d'administration de l'Observatoire de Lick, M. Todd s'est rendu au mont Hamilton, pour y diriger les observations du passage de Vénus; il a concentré tous ses efforts sur les épreuves photographiques; il les obtenait avec un photohéliographe horizontal, dont l'objectif avait 5 pouces ($0^m,135$) de diamètre et 40 pieds ($12^m,99$) de distance focale; le miroir non argenté servant d'héliostat avait un peu plus de 7 pouces ($0^m,189$) d'ouverture; l'instrument est, du reste, entièrement semblable à celui qui a été décrit par M. Newcomb, dans la première partie des *Observations américaines du passage de Vénus de* 1874.

» La position du plan focal de l'objectif avait été déterminée avec le plus grand soin; l'erreur de cette détermination était inférieure au $\frac{1}{8000}$ de la distance focale.

» Du 30 novembre au 7 décembre dans l'après-midi, le ciel a été d'une pureté absolue; les deux contacts à la sortie ont été observés par M. Hoyd, avec l'équatorial de 12 pouces ($0^m,324$) d'ouverture de l'Observatoire, et par M. Todd, avec une lunette de 4 pouces ($0^m,108$) d'ouverture.

» M. Todd a pu obtenir 147 plaques photographiques, dont 125 se prêteront parfaitement aux mesures micrométriques.

» M. Tisserand a déposé sur le Bureau de l'Académie une de ces épreuves photographiques; elle est remarquable par la netteté des bords du Soleil et de Vénus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes d'une variable liées par une relation algébrique*. Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Je me propose de compléter, dans cette Note, un théorème que j'ai déjà énoncé dans un cas particulier et qui est relatif aux fonctions uni-

formes d'une variable, liées par une relation algébrique. *Soient*

$$x = P(z), \quad y = Q(z)$$

deux fonctions de z, *uniformes dans tout le plan et ayant seulement un nombre fini de points singuliers essentiels* $a_1, a_2, \ldots, a_n$; *je dis que, s'il existe entre ces deux fonctions une relation algébrique, le genre de cette relation doit être zéro ou l'unité.*

» Mon point de départ est dans la proposition suivante, qui résulte des recherches de M. Poincaré sur les fonctions fuchsiennes (*Comptes rendus*, 1882) : y *étant lié à* x *par la relation algébrique*

$$f(x, y) = 0 \tag{1}$$

de genre égal ou supérieur à deux, on peut trouver une équation linéaire du second ordre

$$\frac{d^2 z}{dx^2} = \varphi(x, y) z,$$

où φ *est rationnel, n'ayant d'autres points singuliers que les points analytiques* $x = a$, $y = b$, *points singuliers de l'équation* (1) *et jouissant des propriétés suivantes : si l'on prend deux intégrales convenables* ω_1 *et* ω_2, *l'équation*

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = u$$

donne pour x *une fonction fuchsienne de* u, *définie seulement dans la moitié supérieure du plan de la variable* u. *De plus, dans le voisinage d'un point analytique* $x = a$, $y = b$ ($y = b$ *faisant partie d'un système circulaire de* p *racines*), *le quotient* $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ *sera fonction uniforme de* $(x - a)^{\frac{1}{p}}$, *et nous pouvons enfin supposer qu'aucune des substitutions du groupe de l'équation linéaire n'est parabolique.*

» Ce résultat étant admis, je vais suivre une voie toute semblable à celle que j'ai suivie autrefois dans mon Mémoire sur les fonctions entières (*Annales de l'École Normale*, 1880); seulement, au lieu de prendre le quotient des périodes de l'intégrale elliptique considérées comme fonctions du module, nous allons envisager ici le quotient $u = \frac{\omega_2}{\omega_1}$.

» Supposons que les fonctions $P(z)$ et $Q(z)$ soient liées par la relation (1), de genre égal ou supérieur à deux; en remplaçant x par $P(z)$ dans la fonction u, on reconnaît d'abord que u est une fonction uniforme de z dans tout contour

simple ne comprenant aucun des points singuliers essentiels $a_1, a_2, \ldots, a_n$. Étudions la forme de la fonction u de z dans le voisinage d'un tel point a; après un tour complet autour du point a, u se change en

$$\frac{Au + B}{Cu + D},$$

la substitution (A, B, C, D) étant une des substitutions du groupe fuchsien défini plus haut.

» Deux cas sont alors à distinguer suivant que cette substitution est hyperbolique ou elliptique.

» 1° Soit d'abord la substitution hyperbolique; on pourra trouver quatre quantités réelles α, β, γ, δ, telles que $\frac{\alpha + \beta u}{\gamma + \delta u}$ se reproduise après un tour complet, multiplié par un facteur positif; on tire de là que

$$\frac{\alpha + \beta u}{\gamma + \delta u} = (z - a)^{\frac{\mu}{2\pi i}} \varphi(z),$$

μ étant une quantité réelle différente de zéro, et $\varphi(z)$ une fonction uniforme dans un certain domaine D autour du point a; nous montrons que l'on a

$$\varphi(z) = (z - a)^m e^{f(z)},$$

m étant un entier et $f(z)$ une fonction uniforme dans D et continue, à l'exception du point a; par conséquent,

$$\frac{\alpha + \beta u}{\gamma + \delta u} = (z - a)^{\frac{\mu}{2\pi i} + m} e^{f(z)};$$

dans le premier membre mis sous la forme ordinaire des quantités imaginaires, le coefficient de i a un signe invariable; or on démontre qu'il n'en est pas de même pour le second membre; la substitution (A, B, C, D) ne peut donc être hyperbolique.

» 2° Soit maintenant la substitution elliptique. On trouvera alors quatre quantités imaginaires α, β, γ, δ, telles que $\frac{\alpha + \beta u}{\gamma + \delta u}$ se reproduise, après un tour complet, multiplié par une certaine racine de l'unité, et nous pouvons supposer que dans $-\frac{\gamma}{\delta}$ le coefficient de i est négatif, tandis qu'il est positif dans $-\frac{\alpha}{\beta}$. Ceci posé, on aura

$$\frac{\alpha + \beta u}{\gamma + \delta u} = (z - a)^{\mu} \varphi(z),$$

μ étant un nombre commensurable et positif, et il est aisé d'établir que $\varphi(z)$ est uniforme et continue dans le domaine D. Par suite, pour $z = a$, on a $u = -\frac{\alpha}{\beta}$, et l'on en conclut que, quand z tend vers a d'une manière quelconque, la fonction $x = P(z)$ tend vers une valeur parfaitement déterminée, ce qui est en contradiction avec l'hypothèse que le point a est un point singulier essentiel de $P(z)$.

» Il reste à examiner le cas où u serait fonction uniforme de z dans le voisinage de a : la conclusion précédente subsiste, et de la contradiction signalée résulte immédiatement la démonstration du théorème qui a été énoncé.

» On peut trouver maintenant bien facilement la forme de deux fonctions uniformes x et y de z liées par une relation algébrique. Si celle-ci est du genre zéro, x et y seront fonctions rationnelles d'une fonction uniforme $R(z)$ ayant les points singuliers essentiels $a_1, a_2, \ldots, a_n$, que nous allons supposer tous situés à distance finie. Si la relation est du genre un, on aura, en désignant par φ et φ_1 deux fonctions doublement périodiques aux périodes ω et ω',

$$x = \varphi\,[G(z) + A_1\log(z-a_1) + A_2\log(z-a_2) + \ldots + A_n\log(z-a_n)],$$
$$y = \varphi_1[G(z) + A_1\log(z-a_1) + \ldots + A_n\log(z-a_n)],$$

$G(z)$ étant une fonction uniforme n'ayant d'autres points singuliers (pôles ou points singuliers essentiels) que $a_1, a_2, \ldots, a_n$; les A sont des constantes, et l'on a

$$2\pi i A_k = m_k\omega + n_k\omega' \quad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

les m et n étant des entiers, et de plus $\sum_{k=1}^{k=n} A_k = 0$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les covariants et invariants de la forme binaire du cinquième ordre.* Note de M. R. Perrin [1].

« La forme binaire du cinquième ordre possède, comme on sait, y compris la forme elle-même U, 23 invariants ou covariants distincts, dont

(1) Voir *Comptes rendus* du 12 février, p. 426 de ce Volume.

11 droits et 12 gauches. Je les désignerai comme il suit :

	Formes droites.	Formes gauches.
4 invariants....................	J(4), K(8), L(12)	I(18)
4 covariants linéaires............	P(5), P‴(13)	P′(7), P″(11)
3 » quadratiques........	S(2), S′(6)	S″(8)
3 » cubiques...........	T(3)	T′(5), T″(9)
2 » biquadratiques.......	Q(4)	Q′(6)
3 » du cinquième ordre...	U(1)	U′(3), U″(7)
2 » du sixième ordre.....	H(2)	H′(4)
1 » du septième ordre....	»	R(5)
1 » du neuvième ordre...	»	N(3)

» Dans ce Tableau, le nombre entre parenthèses à droite de chaque forme dénote son degré par rapport aux coefficients.

» Je désignerai les 19 péninvariants, sources des 19 covariants du Tableau, par les lettres minuscules correspondantes. D'après le théorème démontré dans ma précédente Communication, si l'on prend pour base un covariant quelconque, les coefficients, dans tous les covariants, deviendront des fonctions entières de ces 19 péninvariants et des 4 invariants fondamentaux.

» Prenons pour base la forme primitive $(a, b, c, d, e, f \between \xi, \eta)^5$, dont l'expression devient alors, comme on l'a vu,

$$(1)\quad U = u[x^5 + 10hx^3y^2 + 10nx^2y^3 + 5(u^2s - 3h^2)xy^4 + (u^2u' - 2hn)y^5],$$

et formons, au moyen de leurs valeurs connues en fonction de $a, b, c, \ldots$, les relations qui existent entre t, q et J d'une part, et les 5 péninvariants principaux u, h, n, s, u' d'autre part; nous obtiendrons les trois relations

$$(2)\quad \begin{cases} n^2 = u^2hs - u^3t - 4h^3, \\ nu' = u^2s - u^2q - 6uht - 4h^2s, \\ u'^2 = u^2\mathrm{J} - 12ust - 4hs^2, \end{cases}$$

dont la première est bien connue, et qui permettent de remplacer par des péninvariants droits les carrés et le produit des deux seuls péninvariants principaux qui soient gauches, savoir n et u'. On obtient dès lors aisément, pour l'expression type de H, S et T,

$$(3)\quad \begin{cases} \mathrm{H} = hx^6 + 3nx^5y + 3(u^2s - 5h^2)x^4y^2 + (u^2u' - 10hn)x^3y^3 + \ldots, \\ \mathrm{S} = sx^2 + u'xy - (hs + 3ut)y^2, \\ \mathrm{T} = tx^3 + h'x^2y - (uq + 3ht)xy^2 + (nt - hh')y^3, \end{cases}$$

H′ étant d'ailleurs défini comme jacobien de H et S, ce qui donne la relation

$$(4)\qquad uh' = hu' - ns.$$

» Multipliant (4) successivement par n et u', remplaçant n^2, nu', u'^2 au moyen de (2) et divisant par u, il vient

$$(5)\qquad \begin{cases} nh' = u(ust - hq) - 6h^2t, \\ h'u' = u(Jh + qs - s^3) - 6hst. \end{cases}$$

» Le covariant linéaire P étant défini comme obtenu en opérant avec S sur T, cette opération donne

$$(6)\qquad up = Jh + 2qs - s^3 + 9t^2.$$

» Multipliant (4) par h', tenant compte de (5) et (6) et divisant par u, on obtient

$$(7)\qquad h'^2 = u(hp - s^2t) - 9ht^2.$$

» En continuant cette série d'opérations, toujours fondées sur les définitions mêmes des covariants, mais qu'il serait trop long d'indiquer ici en détail, on obtient, de proche en proche, treize relations qui définissent les 13 péninvariants ou invariants non encore introduits. Voici ces relations :

» 1° *Péninvariants droits :*

$$(8)\qquad \begin{cases} us' = s^2t - 3qt - hp, \\ uK = (Js - 12s')t - p(q + s^2), \\ 3uL = (p^2 + 4Js' - Ks)t - 3pss', \\ up''' = (2Jst + s't - ps^2)p - (J^2 - 3k)t^2. \end{cases}$$

» 2° *Péninvariants gauches :*

$$(9)\qquad \begin{cases} ur = 2hh' - 3nt, \quad ut' = 3tu' - 2h's, \\ uq' = qu' - 2rs, \quad up' = pu' + 2q's, \\ uu'' = -np - 2hq', \\ us'' = s'u' + h'p - hp' + s^2t', \\ ut'' = -2h's' - 3tu'' - 3stt', \\ up'' = pu'' + 2pst' - q's' - Jtt' - Kh', \\ 6uI = (6s'^2 - Kq)p' + (6pt - 6ss' - Jq)p''. \end{cases}$$

» Toutes ces relations deviennent, bien entendu, des syzygies si l'on y suppose les péninvariants remplacés par les covariants correspondants.

» Entre les onze formes droites il doit exister, d'après la théorie, six syzygies indépendantes. Les relations (6) et (8) en fournissent cinq;

la sixième s'obtiendra en éliminant n et u' entre les relations (2), d'où l'on tire, toutes réductions faites :

$$(10) \qquad u(ps - \mathrm{J}t) = q^2 - 3st^2 - 4hs'.$$

» En appliquant successivement aux diverses relations (9) le procédé employé ci-dessus pour déduire de (4) les relations (5) et (7), on obtient de proche en proche les soixante-douze syzygies qui achèvent de fournir, avec (2), (5) et (7), les expressions des carrés et des produits deux à deux des douze formes gauches en fonction des formes droites. Comme ces expressions peuvent aussi se déduire de deux formules dues à Clebsch, qui en a même calculé quelques-unes dans sa *Théorie des formes binaires*, je me borne à donner ici, telles que je les ai obtenues, celles qui se rapportent aux *carrés* des formes gauches (et dont la dernière est bien connue), ainsi que deux autres d'une importance toute spéciale (¹) :

$$(11) \quad \left\{ \begin{aligned} r^2 &= u(hps - \mathrm{J}ht - 9t^3) - hq^2, \\ t'^2 &= 9\mathrm{J}t^2 - 4s(3pt + ss'), \\ q'^2 &= u[(\mathrm{J}s + 3s')p - (\mathrm{J}^2 - 3k)t] - hp^2, \\ p' &= \mathrm{J}p^2 - 4(\mathrm{J}k + 9\mathrm{L})s, \\ u''^2 &= -up^2t + h(\mathrm{J}pt - 3\mathrm{J}ss' - 3p^2s - \mathrm{K}s^2 - kq), \\ s'^2 &= 9\mathrm{J}s'^2 + 9\mathrm{L}(2q - s^2) + 6\mathrm{K}pt + 8p^2s', \\ t''^2 &= -27\mathrm{L}t^2 - 4s'^3, \\ p''^2 &= -3\mathrm{L}p^2 - (\mathrm{K}^2 + 3\mathrm{JL})s', \\ \mathrm{I}^2 &= \mathrm{JM}^2 + 2\mathrm{KLM} - 4\mathrm{JKL}^2 - 27\mathrm{L}^3, \end{aligned} \right.$$

$$(12) \quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{I}p' &= -(\mathrm{JM} + 3\mathrm{KL})p + 2(\mathrm{JK} + 9\mathrm{L})p''', \\ \mathrm{I}p'' &= (\mathrm{KM} - 9\mathrm{L}^2)p - 2(\mathrm{M} + \mathrm{JL})p'''. \end{aligned} \right.$$

» Il me reste à donner les expressions-types des dix-neuf covariants et à montrer comment toutes ces formules peuvent être utilisées dans divers genres de questions. Ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une dernière Communication. »

(¹) M désigne l'invariant $\frac{1}{4}(\mathrm{K}^2 - \mathrm{JL})$, qui est entier lorsque $a, b, c, \ldots$ sont entiers.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de plusieurs variables imaginaires.* Note de M. **Ed. Combescure.** (Suite.)

« 3. En conservant toutes les notations du n° 1, je ferai observer que si l'on remplace φ par $\varphi_0 + \Phi$, φ_0 étant une fonction quadratique de toutes les variables x, y, on peut disposer des coefficients de φ_0 de manière que tous les $\Delta_{h,k}\varphi_0$ soient nuls et que les $\Theta_{hk}\varphi_0$ se réduisent à des constantes quelconques. Ceci permet de conclure en toute rigueur que l'annulation identique des $\Delta_{h,k}\Phi$ entraîne celle des $\Theta_{h,k}\Phi$. Je supposerai toujours cette modification préalable effectuée, si c'est nécessaire.

» 4. Voici maintenant une propriété importante et très générale concernant les fonctions φ, ψ.

» Soient $\xi_1, \eta_1; \ldots, \xi_m, \eta_m$; m couples de solutions conjuguées des équations (2), en sorte que

$$(a) \qquad \frac{\partial \xi_r}{\partial x_h} = \frac{\partial \eta_r}{\partial y_h}, \quad \frac{\partial \xi_r}{\partial y_h} = -\frac{\partial \eta_r}{\partial x_h};$$

soient, d'autre part, F et $\mathfrak{F}$ deux fonctions conjuguées des variables ξ, η, considérées comme indépendantes de façon que

$$(b) \qquad \frac{\partial F}{\partial \xi_r} = \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \eta_r}, \quad \frac{\partial F}{\partial \eta_r} = -\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \xi_r},$$

ces fonctions vérifiant séparément les $\frac{m(m+1)}{2}$ conditions

$$(2_1) \qquad \Delta_{r,s}F = 0:$$

si l'on désigne par $\overline{F}$ et $\overline{\mathfrak{F}}$ ce que deviennent les deux fonctions considérées lorsqu'on y remplace les ξ_r, η_r par leurs expressions en x, y, je dis que $\overline{F}$ et $\overline{\mathfrak{F}}$ sont des solutions conjuguées du système (2).

» En effet, de (b) et de (a) on tire successivement

$$\frac{\partial \overline{F}}{\partial x_h} = \sum_r \left(\frac{\partial F}{\partial \xi_r}\frac{\partial \xi_r}{\partial x_h} + \frac{\partial F}{\partial \eta_r}\frac{\partial \eta_r}{\partial x_h} \right) = \sum_r \left(\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \eta_r}\frac{\partial \eta_r}{\partial y_h} + \frac{\partial F}{\partial \xi_r}\frac{\partial \xi_r}{\partial y_h} \right) = \frac{\partial \overline{\mathfrak{F}}}{\partial y_h},$$

$$\frac{\partial \overline{F}}{\partial y_h} = \sum_r \left(\frac{\partial F}{\partial \xi_r}\frac{\partial \xi_r}{\partial y_h} + \frac{\partial F}{\partial \eta_r}\frac{\partial \eta_r}{\partial y_h} \right) = -\sum_r \left(\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \eta_r}\frac{\partial \eta_r}{\partial x_h} + \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \xi_r}\frac{\partial \xi_r}{\partial x_h} \right) = -\frac{\partial \overline{\mathfrak{F}}}{\partial x_h};$$

ainsi

$$\frac{\partial \overline{F}}{\partial x_h} = \frac{\partial \overline{\mathfrak{F}}}{\partial y_h}, \quad \frac{\partial \overline{F}}{\partial y_h} = -\frac{\partial \overline{\mathfrak{F}}}{\partial x_h},$$

ce qui démontre le théorème, la transformation étant identique.

» Cette proposition, qui est susceptible d'une certaine réciproque, peut se déduire aussi d'une transformation indéfinie de $\Delta_{h,k}\overline{F}$, en supposant F une fonction tout à fait quelconque des variables ξ_r, η_r. Je ne rapporterai pas cette transformation, utile à d'autres points de vue, et je me bornerai à indiquer quelques conséquences immédiates du théorème précédent.

» Pour $m = 1$, on a l'unique équation

$$\frac{\partial^2 F}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial \eta^2} = 0:$$

des solutions conjuguées très particulières

$$F = \quad A e^{a\eta} \cos a\xi - B e^{b\xi} \sin b\eta,$$
$$\mathfrak{F} = - A e^{a\eta} \sin a\xi + B e^{b\xi} \cos b\eta,$$

on déduit deux solutions conjuguées des équations (2) en remplaçant ξ et η respectivement par φ_1 et ψ_1; φ_1, ψ_1 étant deux solutions conjuguées quelconques des équations (2), par exemple les solutions quadratiques que je me dispense d'écrire; et l'on peut répéter indéfiniment le même procédé, en changeant chaque fois les constantes et ajoutant préalablement entre elles un nombre quelconque des solutions déduites.

» Pour $m = n$, en écrivant, pour mettre les variables en évidence,

$$\xi_r(x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots),$$
$$\eta_r(x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots),$$

les équations (2_1) admettront évidemment les solutions particulières conjuguées

$$F_r = \xi_r(\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2, \ldots),$$
$$\mathfrak{F}_r = \eta_r(\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2, \ldots),$$

et par suite les équations (2) admettront

$$\varphi_r = \xi_r[\xi_1(x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots), \ \eta_1(x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots), \ldots],$$
$$\psi_r = \eta_r[\xi_1(x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots), \ \eta_1(x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots), \ldots].$$

» Je compte revenir, plus tard, sur quelques questions inverses, et particulièrement sur l'important et difficile problème de l'*équivalence* soit des transformations, soit des représentations analytiques ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une question de divisibilité.* Note de M. C. DE POLIGNAC.

« Le numéro des *Comptes rendus* du 19 décembre 1881 contient un théorème d'Arithmétique par M. Mathieu Weill et celui du 13 février 1882 une proposition plus étendue de M. Désiré André sur le même sujet.

» Le théorème de M. Weill consiste essentiellement en ce que le quotient $\frac{1.2\ldots nx}{(1.2\ldots x)^n}$, qu'on sait représenter un nombre entier, est divisible par $1.2\ldots n$.

» Quel que soit l'intérêt que peut avoir la démonstration faite par les procédés de l'analyse combinatoire, le théorème en lui-même donne lieu à la remarque suivante :

» La formule

$$(1) \qquad \frac{1.2.3\ldots nx}{(1.2\ldots x)^n} = \text{entier}$$

se déduit du théorème plus général

$$(2) \qquad \frac{1.2.3\ldots(a_1+a_2+\ldots+a_n)}{1.2\ldots a_1.1.2\ldots a_2.1.2\ldots a_n} = \text{entier}$$

en faisant $x = a_1 = a_2 = \ldots = a_n$. Mais, en posant

$$a_1 = (n-1)x, \quad a_2 = x, \quad 0 = a_3 = \ldots = a_n,$$

on en déduirait également

$$(3) \qquad \frac{1.2.3\ldots nx}{1.2\ldots(n-1)x.1.2\ldots x} = \text{entier.}$$

» L'expression (1), qui peut s'écrire $\frac{1.2\ldots nx}{(1.2\ldots x)^{n-1}.1.2\ldots x}$, résulte de (3), *a fortiori*, en négligeant dans le dénominateur certains facteurs qu'on peut se proposer de lui restituer. La restitution la plus immédiate est celle de M. Weill (*loc. cit.*); on peut même donner explicitement le facteur complémentaire susceptible d'être introduit en dénominateur. Il suffit pour cela de remarquer que l'expression (3) est un multiple de n quel que soit x. Cette assertion se vérifiera en faisant $x = 1, 2, 3, \ldots$, et l'on trouvera, par

une induction facile,

$$\frac{1.2.3\ldots nx}{1.2.3\ldots(n-1)x.1.2.3\ldots x} = n \times \frac{(\overline{n-1}.x+1)(\overline{n-1}.x+2)\ldots(nx-1)}{1.2.3\ldots(x-1)}.$$

» Désignons par q_n le multiplicateur de n. On aura

$$1.2\ldots nx = 1.2\ldots(n-1)x.1.2\ldots x.nq_n;$$

d'où, en changeant successivement n en $n-1$, $n-2$, ...,

$$1.2.3\ldots nx = (1.2\ldots x)^n.1.2\ldots nq_1q_2\cdots q_n.$$

Observant que $q_1 = 1$, il vient

$$\frac{1.2.3\ldots.nx}{(1.2\ldots x)^n 1.2\ldots n} = q_2q_3\ldots q_n.$$

Le second membre représente le facteur complémentaire sus-mentionné.

Quant au théorème de M. André, il nous apprend que le nombre entier $\frac{1.2.3\ldots nx}{(1.2\ldots x)^n 1.2\ldots n}$ est encore en général divisible par une puissance de $1.2.3\ldots n$. Cette conception est susceptible d'être étendue au moyen de certaines propositions que je dois, faute d'espace, me borner à énoncer.

1. *Soit x un nombre entier écrit dans le système de numération dont la base est un nombre premier quelconque p. Désignons par $\Sigma(x)$ la somme de ses chiffres. On aura*

$$\sum_{i=1}^{i=\infty}\left(\frac{x}{p^i}\right) = \frac{x-\Sigma(x)}{p-1};$$

en d'autres termes, le second membre donne l'exposant de la puissance de p contenue dans $1.2\ldots x$.

2. *On a*

$$\Sigma(x+n) = \Sigma(x)+\Sigma(n)-k(p-1).$$

k, entier, nul ou positif, est égal au nombre d'unités qu'on est amené à reporter d'une colonne à l'autre dans l'addition $x+n$.

3. *On a*

$$\Sigma(nx) = \Sigma(n)\,\Sigma(x)-k(p-1),$$

où k a la même signification relativement à la multiplication nx.

» En vertu de la proposition **1**, le nombre premier p entre dans

$\frac{1.2.3\ldots nx}{(1.2\ldots x)^n}$ avec un exposant égal à $\frac{n\Sigma(x)-\Sigma(nx)}{p-1}$, et dans $1.2\ldots n$ avec l'exposant $\frac{n-\Sigma(n)}{p-1}$. L'excès ε du premier sur le second est

$$\varepsilon = \frac{n[\Sigma(x)-1]-[\Sigma(nx)-\Sigma(n)]}{p-1}$$

ou, par la proposition 3,

$$\varepsilon = \frac{[n-\Sigma(n)][\Sigma(x)-1]}{p-1}+k;$$

x et n étant donnés, on peut calculer ε qui est toujours positif et s'annule pour $x = p^i$.

» Le nombre entier $N = \frac{1.2.3\ldots nx}{(1.2\ldots x)^n.1.2.3\ldots n}$ est divisible par p^ε. Si l'on se contente d'une valeur approchée, on peut supprimer k. Soit σ le minimum de $\Sigma(x)$ pour tous les nombres premiers jusqu'à n. N est divisible par $(1.2\ldots n)^{\sigma-1}$. C'est, sous une autre forme, le théorème de M. André.

» On peut même aller plus loin et montrer que, si x n'est pas plus grand que n, $\sigma-1$ est la plus grande puissance de $1.2.3\ldots n$ qui divise N. Il suffira de prouver que, pour un nombre premier au moins, on a $k < \frac{n-\Sigma(n)}{p-1}$. Or c'est ce qu'il est facile de faire pour le nombre premier 2.

» Je terminerai par une remarque qui résulte des propositions 1 et 2.

» Supposons que, en faisant l'addition $x+n$ selon la base p, on soit amené à reporter k unités; alors, si $1.2.3\ldots n$ est divisible par p^α,

$$(x+1)(x+2)\ldots(x+n)$$

sera divisible par $p^{\alpha+k}$. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre du cylindre élastique.* Note de M. **P. Schiff**, présentée par M. Resal.

« Dans cette Note, nous avons pour objet de donner la solution du problème suivant :

» *Trouver l'état d'équilibre d'un cylindre limité par des bases planes et soumis à des forces normales, appliquées à sa surface latérale et à des forces normales et tangentielles appliquées à ces bases, ces forces-ci étant symétriques par rapport à l'axe.*

» Rapportons le cylindre aux coordonnées semi-polaires, et désignons par u, v, w les déplacements suivant le rayon, la perpendiculaire au plan méridien et suivant l'axe, par μ le coefficient de l'élasticité transversale, et par θ la dilatation cubique. Comme les quantités u, v, w et θ ne dépendent que des distances à l'axe et au plan des coordonnées, c'est-à-dire de r et de z, nous aurons, en supposant le cylindre isotrope, les équations générales d'équilibre

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{1-2\mu}\dfrac{\partial\theta}{\partial r}+\dfrac{\partial^2 u}{\partial r^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial u}{\partial r}-\dfrac{u}{r^2}+\dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2}=0, \\ \dfrac{\partial^2 v}{\partial r^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial v}{\partial r}-\dfrac{v}{r^2}+\dfrac{\partial^2 v}{\partial z^2}=0, \\ \dfrac{1}{1-2\mu}\dfrac{\partial\theta}{\partial z}+\dfrac{\partial^2 w}{\partial r^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial w}{\partial r}+\dfrac{\partial^2 w}{\partial z^2}=0. \end{cases}$$

» L'équation d'équilibre sur les surfaces latérales

$$(2)\quad (p_1)_{r=R}=T,\ (p_1)_{r=R_1}=T_1,\ (p_4)_{r=R}=(p_4)_{r=R_1}=(p_6)_{r=R}=(p_6)_{r=R_1}=0,$$

où $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ désignent les tensions normales et tangentielles; R et R_1 les rayons extérieur et intérieur du cylindre; T et T_1 les pressions normales rapportées à l'unité de surface et appliquées aux surfaces latérales.

» En intégrant les équations (1), nous aurons, en nous reportant à (2),

$$(3)\quad \begin{cases} u=2ar+\dfrac{d}{r}+\displaystyle\sum_i \dfrac{1}{2}\dfrac{d}{dr}(\varepsilon_i+\rho_i)(e^{m_i z}+e^{-m_i z}), \\ v=a_2 rz+\displaystyle\sum_i \dfrac{d\Phi_i}{dr}(e^{n_i z}-e^{-n_i z}), \\ w=2b_1 z+\displaystyle\sum_i \dfrac{m_i}{2}(\varepsilon_i-\rho_i)(e^{m_i z}-e^{-m_i z}), \end{cases}$$

où ε_i, ρ_i et Φ_i sont des fonctions de r, satisfaisant aux équations

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\varepsilon_i}{dr^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{d\varepsilon_i}{dr}+m_i^2\varepsilon_i=\dfrac{m_i^2\rho_i}{1-\mu}, \quad \dfrac{d^2\rho_i}{dr^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{d\rho_i}{dr}+m_i^2\rho_i=0, \\ \dfrac{d^2\Phi_i}{dr^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{d\Phi_i}{dr}+n_i^2\Phi_i=0. \end{cases}$$

Les intégrales des équations (4) sont connues ou sous la forme de séries, ou sous la forme d'intégrales définies.

» Dans ces intégrales, il entre six constantes arbitraires : A_i, B_i, C_i, D_i, G_i et H_i. Des équations (2) nous ne pouvons déterminer que les rapports

$\frac{B_i}{A_i}$, $\frac{C_i}{A_i}$, $\frac{D_i}{A_i}$ et $\frac{H_i}{G_i}$, et, après les avoir éliminés, nous obtenons deux équations pour déterminer m et n.

» Pour déterminer les autres constantes arbitraires, nous démontrons que

$$(5) \qquad \int_{R_1}^{R} r\left(\frac{d\rho_i}{dr}\frac{d\varepsilon_j}{dr} + \frac{d\rho_j}{dr}\frac{d\varepsilon_i}{dr}\right)dr = 0 \quad \text{et} \quad \int_{R_1}^{R} r\frac{d\Phi_i}{dr}\frac{d\Phi_j}{dr}\,dr = 0,$$

où ρ_i, ρ_j, ε_i, ε_j sont les valeurs de ces fonctions pour deux valeurs de m : m_i et m_j, Φ_i et Φ_j les valeurs de la fonction Φ pour deux valeurs différentes n_i et n_j de n, qu'on tire des équations (2).

» Si nous soumettons les forces p_6 et p_5 et l'expression $\int_0^r \frac{\partial\theta}{\partial r}dz$ à la condition de devenir des fonctions données de r, pour $z = l$, c'est-à-dire

$$\sum_i m_i \frac{d\varepsilon_i}{dr}(e^{m_i l} - e^{-m_i l}) = f(r), \quad \sum m_i \frac{d\rho_i}{dr}(e^{m_i l} - e^{-m_i l}) = F(r)$$

et

$$\sum n_i \frac{d\Phi_i}{dr}(e^{n_i l} + e^{-n_i l}) = \varphi(r),$$

$2l$ étant la hauteur du cylindre, nous obtenons, en nous reportant à (5), les valeurs de A_i et de G_i.

» Les autres constantes, a, b_1 et d, se déterminent des équations d'équilibre des forces agissant sur les plans des bases, c'est-à-dire

$$P = \int_0^{2\pi}\int_{R_1}^{R} p_3 r\,dr\,d\varphi \quad \text{et} \quad M_z = \int_0^{2\pi}\int_{R_1}^{R} r^2 p_5\,dr\,d\varphi$$

et des équations (2).

» P est la pression uniforme appliquée normalement aux bases, et M_z le moment qui produit la torsion du cylindre autour de l'axe z.

» Ainsi nous obtenons les expressions pour u, v et w, dans lesquelles toutes les constantes sont déterminées. Si nous faisons certaines hypothèses sur la nature des fonctions $f(r)$, $F(r)$ et $\varphi(r)$, nous obtiendrons la formule suivante pour les dimensions du cylindre comprimé :

$$P = \frac{A\pi R^2}{1 + \sum B\left(\frac{e^{k\alpha} + e^{-k\alpha}}{e^{k\alpha} - e^{-k\alpha}}\right)},$$

où $\alpha = \frac{l}{R}$.

» L. Gordon a donné, pour le même but, la formule empirique suivante :

$$P = \frac{A_1 \pi R^2}{1 + B_1 \alpha^2}.$$

Des expressions de u, v et w on peut voir que, dans le cas que nous considérons, il se passe, en effet, quelque chose qui rappelle les phénomènes que j'ai observés dans mes expériences sur le caoutchouc. En outre, ces expressions des déplacements nous donneront la possibilité d'obtenir des formules plus exactes pour calculer la résistance d'un vase cylindrique clos soumis à des pressions normales, car, dans ce dernier cas, toute la question se réduit à la détermination des fonctions inconnues $f(r)$, $F(r)$ et $\varphi(r)$; or on pourra trouver celles-ci en considérant chaque secteur cylindrique élémentaire comme une poutre régulièrement chargée et tendue en même temps par les bases ou couvercles du vase cylindrique. »

CHIMIE. — *Sur des cristaux observés dans l'intérieur d'une barre de fer de Suède cémentée.* Note de M. L. Stoltzer.

« Le fer en barres, cémenté dans du charbon de bois à une température élevée, est transformé en acier poule. Dans les usines d'Unieux, on opère ordinairement sur 25 000^{kg} à 28 000^{kg} de fer, qu'on stratifie au milieu d'une brasque de charbon en poudre, contenue dans des caisses en briques fermées par une couche de sable, dans l'intérieur d'un four. Après une période de trente-cinq jours, comprenant la chauffe et le refroidissement, la cémentation est terminée.

» Sur les barres d'acier cémenté, il y a des ampoules dont quelques-unes sont ouvertes au sommet, et de petites vésicules, seulement visibles à la loupe. Dans 100 d'acier poule, provenant de fer de Suède et présentant une surface d'un blanc d'argent, on trouve ordinairement 1,60 de carbone.

» Dans une barre de fer de Suède, placée dans la partie la plus chaude du four, on a remarqué, après la cémentation, des soufflures occupées par des cristaux superposés et affectant la forme de sapins.

» M. Des Cloizeaux, qui a examiné cette réunion de cristaux, dit que ce sont des macles qu'on rencontre fréquemment dans le système cubique, et il ajoute qu'il n'est pas douteux que ces cristaux d'acier ne soient des octaèdres réguliers, comme ceux de la fonte et du fer. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'analyse immédiate des pouzzolanes et sur un procédé rapide d'essai de leurs propriétés hydrauliques.* Note de M. **Ed. Landrin.**

« Dans son Mémoire publié en 1827, M. Girard de Caudemberg, après avoir admis que les pouzzolanes ne doivent leurs propriétés qu'à la silice qui, dit-il, s'y trouve isolée des autres oxydes, ajoute : « On doit s'attendre à ce que les analyses n'apprennent rien sur la constitution des pouzzolanes. » Je vais montrer que des analyses bien conduites peuvent donner les renseignements les plus précieux sur la constitution intime de ces pouzzolanes.

» Mes expériences ont porté sur quatre pouzzolanes : les deux premières provenaient de l'île de la Réunion, la troisième venait d'Italie, la quatrième était une pouzzolane artificielle des environs de Paris. L'analyse complète de ces quatre pouzzolanes a donné les résultats suivants :

	Réunion			
	n° 1	n° 2.	Italie.	Paris.
Eau hygrométrique (perte à 120°)......	4,40	9,60	6,25	0,07
Eau combinée (?), perte au rouge sombre.	4,35	2,80	5,50	1,28
Silice............................	43,60	38,95	45,15	75,05
Alumine et oxyde de fer.............	34,40	39,46	28,10	18,33
Chaux.......................... ...	8,65	4,70	9,65	4,05
Magnésie..........................	2,69	3,88	3,86	0,66
Alcalis, matières non dosées et pertes...	1,91	0,61	1,49	0,56

» Il est évident que l'examen en bloc de ces résultats n'apprend rien sur la constitution de ces pouzzolanes ; mais si, au lieu d'agir ainsi, on cherche à isoler la silice hydraulique contenue dans ces pouzzolanes, les résultats sont très différents. En traitant, en effet, 2^{gr} de chacune de ces substances par 100^{cc} d'acide chlorhydrique pur au bain-marie, pendant deux heures, et agitant de temps en temps pour faciliter l'attaque de la pouzzolane, on obtient une partie soluble et une partie insoluble ; si l'on sépare ces deux parties en ayant soin de bien laver la partie insoluble à l'eau distillée, pour enlever l'acide chlorhydrique qu'elle pourrait retenir, si on la sèche et si on la pèse, on constate que les parties solubles et insolubles sont réparties comme suit dans ces pouzzolanes :

	Réunion			
	n° 1	n° 2.	Italie.	Paris.
Eau..............................	8,75	12,40	11,75	1,35
Partie insoluble.....................	60,80	52,10	53,10	90,90
Partie soluble.......................	30,45	35,50	35,15	7,75

» Enfin, si l'on analyse séparément les parties solubles et insolubles, on trouve qu'elles sont ainsi constituées :

Partie soluble dans l'acide chlorhydrique.

Silice	1,90	1,15	0,45	0,25
Alumine et oxyde de fer	23,80	31,90	25,85	4,53
Chaux	2,60	1,50	5,60	2,25
Magnésie	1,40	0,83	2,50	0,60
Alcalis, matières non dosées et pertes	0,75	0,12	0,75	0,12

Partie insoluble dans l'acide chlorhydrique.

Silice	41,70	37,80	44,70	74,80
Alumine et oxyde de fer	10,60	7,56	2,25	13,80
Chaux	6,05	3,20	4,05	1,80
Magnésie	1,29	3,05	1,36	0,06
Alcalis, matières non dosées et pertes	1,16	0,49	0,74	0,44

» La partie insoluble renferme donc presque toute la silice de la pouzzolane et l'on conçoit facilement, d'après ce que j'ai dit dans mes communications précédentes, que cette partie insoluble fasse prise hydraulique avec la chaux, comme l'a montré Girard de Caudemberg, puisqu'elle est formée presque pour les deux tiers de silice hydraulique.

» Toutefois, si nous nous en rapportions à ces analyses, la pouzzolane des environs de Paris devrait être la plus hydraulique, puisqu'elle contient le plus de silice. Il n'en est rien, cette pouzzolane ne donne avec la chaux que des mortiers hydrauliques de valeur médiocre.

» Si donc une telle analyse immédiate d'une pouzzolane peut, dans la plupart des cas, fixer le constructeur sur sa valeur hydraulique, l'essai n'est pas toujours absolu. Il faut alors avoir recours au procédé pratique signalé par Girard de Caudemberg, ou bien au procédé de Vicat, qui consiste à examiner l'action de l'eau de chaux sur la pouzzolane; mais tous les deux exigent plusieurs mois pour donner une certitude absolue sur la valeur hydraulique de la pouzzolane.

» Voici celui que je propose d'y substituer : la silice hydraulique étant la seule cause de la valeur hydraulique de la pouzzolane, il suffira de voir si la silice contenue dans la partie insoluble des essais précédents a les propriétés de la silice hydraulique, et comme, parmi celles-ci, la principale est de dépouiller très rapidement l'eau de chaux, il suffira de voir si la partie insoluble de la pouzzolane a le même caractère. Voici les résultats obtenus sur les insolubles des pouzzolanes précédentes, et, comparativement, ceux que donnent ces pouzzolanes elles-mêmes.

» Les essais à l'eau de chaux ont duré seulement *vingt-quatre heures*; $0^{gr},3$ de la matière essayée ont été introduits dans 100^{cc} d'eau de chaux; ces 100^{cc} étaient saturés primitivement par 138 divisions (dixièmes de centimètre cube) d'une liqueur étendue d'acide azotique contenant $19^{gr},51$ AzO^5HO par litre. Les insolubles des pouzzolanes avaient été chauffés au rouge sombre, pour les débarrasser des traces d'acide chlorhydrique qu'ils auraient pu retenir.

	Titre de l'eau de chaux après 24 heures.	Divisions absorbées.	Chaux (CaO) correspondante.	Coefficient Vicat ou volume d'eau de chaux dépouillé.
Pouzzolane Réunion n° 1	136	2	0,0017	3
Insolubles de la même pouzzolane....	110	26	0,0224	58,3
Pouzzolane Réunion n° 2..........	130	6	0,0051	9
Insolubles —	92	46	0,0396	103,1
Pouzzolane Italie	134	2	0,0017	3
Insolubles —	91	47	0,0404	105,2
Pouzzolane Paris..................	136	2	0,0017	3
Insolubles —	135	3	0,0025	4

» Je n'ai pas besoin d'insister longuement sur la netteté de ces chiffres :

» 1° Ils démontrent bien à nouveau que la silice provenant des combinaisons dans lesquelles elle est engagée dans la pouzzolane est une variété de *silice hydraulique à son maximum de puissance* (¹), puisqu'en vingt-quatre heures elle peut dépouiller jusqu'à 105,2 fois son volume d'eau de chaux.

» 2° Ils donnent un procédé rapide d'essai des pouzzolanes : *attaque à l'acide chlorhydrique et essai des insolubles à l'eau de chaux*. En comparant en effet les résultats fournis par les quatre pouzzolanes, on ne remarque pas de différence, tandis que l'essai des insolubles dans les mêmes conditions montre que la pouzzolane de Paris seule ne renferme pas de silice hydraulique et par conséquent qu'elle ne peut pas donner de mortiers hydrauliques, ce qui est conforme à l'expérience.

» 3° Les expériences simultanées, faites pendant le même temps sur les pouzzolanes elles-mêmes, montrent qu'il n'y a pas de comparaison possible entre l'action des pouzzolanes et de leurs insolubles sur l'eau de chaux. Il est donc vraisemblable que la silice hydraulique n'est pas isolée des oxydes dans les pouzzolanes, comme le croyait Girard de Caudemberg, et que le

(¹) Dans les trois premières expériences, les insolubles avaient fait prise au fond des vases, d'où l'on eut beaucoup de peine à les détacher.

durcissement régulier et progressif des mortiers hydrauliques à base de pouzzolane est dû à un déplacement très lent des bases combinées avec la silice hydraulique par la chaux, déplacement produit instantanément dans les expériences précédentes, en traitant les pouzzolanes par l'acide chlorhydrique. Dans une prochaine Communication, je résumerai des expériences similaires, faites sur divers autres composés hydrauliques naturels et artificiels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la sulfocyanopropimine.* Note de MM. **J. Tcherniac** et **T.-H. Norton**, présentée par M. Wurtz.

« Lorsqu'on fait agir l'acétone monochlorée sur le sulfocyanate d'ammonium en solution alcoolique, on constate, même en présence d'un excès de monochloracétone, la formation du sulfocyanate d'une nouvelle base

$$2AzH^4SCAz + C^3H^5OCl = AzH^4Cl + H^2O + C^4H^6Az^2S, HSCAz.$$

» Des recherches ultérieures nous ont démontré que la réaction se passe en deux phases; il se produit d'abord de la sulfocyanacétone

$$AzH^4SCAz + C^3H^5ClO = AzH^4Cl + C^3H^5O, SCAz;$$

mais cette dernière, se trouvant en présence d'un excès de sulfocyanure d'ammonium, donne lieu à une nouvelle décomposition qui a pour résultat la formation du sulfocyanate $C^4H^6Az^2S$, HSCAz et la séparation d'une molécule d'eau

$$CH^2SCAz.CO.CH^3 + H^4AzCS = H^2O + (CH^2SCAz.CAzH.CH^3)HSCAz.$$

» Nous proposons pour la base $C^4H^6Az^2S$ le nom de *sulfocyanopropimine* pour interpréter fidèlement sa constitution.

» *Préparation du sulfocyanate.* — On dissout 2 parties de sulfocyanate d'ammonium dans 6 parties d'alcool chaud à 90° C., on ajoute une partie de monochloracétone et l'on abandonne le mélange au repos pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, on filtre à la trompe pour séparer le chlorure d'ammonium déposé, on lave à l'alcool absolu et l'on distille la solution filtrée au bain-marie. Le résidu est dissous dans quatre fois son poids d'eau froide et abandonné au repos pendant deux ou trois jours. La solution rouge foncé laisse déposer une couche épaisse et visqueuse dont on se débarrasse par la décantation. On décolore ensuite la solution en la chauffant à plusieurs reprises avec du noir animal et l'on

concentre à 110°. Le sulfocyanate de la base cristallise par le refroidissement, tandis que le sel d'ammonium reste dans les eaux mères. On purifie par un nouveau traitement au noir et par la cristallisation, et l'on obtient comme produit pur le tiers environ de la quantité théorique.

» Le corps ainsi obtenu renferme :

		Trouvé.						
	Calculé.	I.	II.	III.	IV.	VI.	VII.	VIII.
C^5........	34,68	35,17	»	»	»	»	»	»
H^7........	4,04	4,12	»	»	»	»	»	»
Az^3........	24,28	»	24,14	23,95	»	»	»	»
S^2........	37,0	»	»	»	36,63	»	»	»
HSCAz.....	34,1	»	»	»	»	34,0	34,2	34,45

» Le *sulfocyanate de sulfocyanopropimine* est en beaux cristaux volumineux d'une nuance jaune-paille, presque incolores à l'état de pureté parfaite. Il fond à 114-115°, devient rouge vers 175° et se décompose totalement au-dessus de cette température; il est très soluble dans l'alcool et l'eau chaude, bien moins dans l'eau froide. La solution aqueuse donne toute les réactions des sulfocyanates; lorsqu'elle est suffisamment concentrée, elle laisse séparer par l'addition de potasse des gouttelettes incolores de la base libre.

» Le *nitrate*, $C^4H^6Az^2S, HAzO^3$, est obtenu par double décomposition entre le sel précédent et l'azotate d'argent, ou bien en neutralisant exactement la base libre par l'acide azotique. Il cristallise dans l'eau en belles aiguilles incolores, fusibles à 183° en se décomposant légèrement et détonant au-dessus de 200°.

» Voici le résultat des analyses :

	$C^4H^6Az^2S, HAzO^3$.	Trouvé.
C........	27,12	26,94
H........	3,95	4,30

» On a obtenu un *sulfate acide* en petites aiguilles blanches renfermant 40,09 pour 100 de H^2SO^4. La formule $C^4H^6Az^2S, H^2SO^4, 2H^2O$ demande 39,51 pour 100 de H^2SO^4.

» Le *chloroplatinate*, $(C^4H^6Az^2SHCl)^2PtCl^4$, est une poudre jaune brun qui renferme :

	Calculé.	Trouvé.
Pt........	30,80	30,66

» *Préparation de la base libre.* — Le sulfocyanate en cristaux purs est

traité par une solution concentrée de potasse caustique en léger excès ; on épuise par l'éther, on sèche la solution éthérée par la potasse, on chasse l'éther au bain-marie, et l'on distille ensuite dans le vide, au bain d'huile. Le rendement est théorique.

» Le *sulfocyanopropimine* se présente sous la forme d'une masse cristalline incolore, fusible à 42° ; elle présente d'une manière frappante le phénomène de la surfusion ; ainsi elle ne se solidifie que vers 28°, mais la température monte aussitôt à 42° et reste constante jusqu'à la fin de la cristallisation. Elle bout sans décomposition à 136°, sous une pression de 3 à 4^{cm} de mercure ; à la pression ordinaire, elle distille à 231-232° en se décomposant légèrement. Elle est très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, très hygroscopique. Conservée pendant longtemps dans un flacon mal bouché, elle brunit et finit par se résinifier ; sa solution aqueuse possède une forte réaction alcaline.

» Un dosage de soufre a donné le résultat suivant ;

	Calculé.	Trouvé.
S	28,07	27,04

» *Acétyl-sulfocyanopropimine*, $C^4H^5Az^2S, C^2H^3O = \begin{array}{c} CH^2.SCAz \\ | \\ C = Az.C^2H^3O \\ | \\ CH^3. \end{array}$

» On traite la base libre par son poids d'anhydride acétique, qui la dissout avec un dégagement considérable de chaleur, et l'on chauffe ensuite pendant quelque temps au bain-marie pour compléter la réaction ; on ajoute de l'eau et l'on neutralise par le carbonate de potassium ; le dérivé acétylé se sépare à l'état de croûtes dures, d'une blancheur parfaite, qu'on triture avec de l'eau et qu'on lave à la trompe ; la matière, dissoute dans dix fois son poids d'eau bouillante, cristallise par le refroidissement ; on filtre, on essore et l'on sèche sur l'acide sulfurique. Le rendement est presque théorique.

» L'acétylsulfocyanopropimine obtenue de cette manière est en aiguilles fines et soyeuses, douées d'un superbe éclat diamantin ; elle fond à 134°, mais elle reste assez longtemps en surfusion et ne se solidifie que vers 91°. Elle est très peu soluble dans l'eau froide, mais la solubilité augmente considérablement par l'addition d'acides ou d'alcalis caustiques.

» Voici le résultat d'une combustion :

	Calculé.	Trouvé.
C	46,15	45,98
H	5,13	5,47

» *Iodhydrate de méthylsulfocyanopropimine*, $C^5H^8Az^2S, HI = \begin{array}{l} CH^2.SCAz \\ | \\ C{=}AzCH^3, HI \\ | \\ CH^3. \end{array}$

» L'iodure de méthyle agit rapidement sur la base libre. Pour compléter la réaction, on chauffe pendant quelques heures au bain-marie le mélange à molécules égales des deux matières. La combinaison se fait quantitativement. On purifie par cristallisation dans l'eau.

» L'iodhydrate se présente en paillettes brun clair, fusibles à 157°,5, solubles dans 2 parties d'eau chaude et dans 10 parties d'eau froide.

	Calculé.	Trouvé.
C..........................	23,44	22,97
H..........................	3,52	4,25
I..........................	49,60	49,42

» La méthylsulfocyanopropimine libre n'est pas distillable sans décomposition. »

CHIMIE. — *Sur l'arsenic allotropique*. Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Wurtz.

« Hittorf et Berzelius ont les premiers remarqué que dans la condensation de la vapeur d'arsenic, entraînée par un gaz inerte, on obtient :

» 1° De l'arsenic cristallisé dans la partie la plus chaude de l'appareil à condensation;

» 2° De l'arsenic amorphe noir, un peu plus loin;

» 3° Enfin, dans la partie la plus froide de l'appareil, une poudre grise.

» Ce dernier arsenic est plus facilement oxydable par l'acide azotique que l'arsenic amorphe noir et que l'arsenic cristallisé.

» La plupart des chimistes ont admis que la différence de cohésion est la seule cause de cette différence de propriété.

» Bettendorff, reprenant cette étude, a constaté que l'arsenic amorphe noir et l'arsenic en poudre grise ont tous deux une densité de 4,7, tandis que l'arsenic cristallisé a une densité de 5,7; de plus, que lorsqu'on chauffe à 360° l'arsenic amorphe, il se transforme en arsenic ordinaire d'une densité de 5,7.

» Bettendorff admet, par suite, trois états différents de l'arsenic : l'arsenic cristallisé, l'arsenic amorphe noir, l'arsenic amorphe gris. Il paraît même

très probable à ce chimiste que la poudre jaune qui précède le dépôt de l'arsenic amorphe gris est un quatrième état de l'arsenic, mais il ne lui a pas été possible de l'isoler.

» Ainsi, d'une part, on n'admet pas, généralement, l'existence d'un arsenic allotropique; d'autre part, Bettendorff admet quatre états différents de ce corps.

» Il m'a donc paru utile d'étudier à nouveau cette question et d'examiner, à ce point de vue, l'arsenic précipité qu'on obtient par ces divers procédés de réduction de l'acide arsénieux en solution, arsenic qui, chose curieuse, n'a été étudié par aucun chimiste.

» J'ai observé que, quel que soit le procédé de réduction de l'acide arsénieux (chlorure stanneux, acide hypophosphoreux, lame de cuivre, électrolyse, etc.), on obtient constamment de l'arsenic amorphe, dont la densité est comprise entre 4,6 et 4,7, et qui, chauffé à 360°, se transforme en arsenic ordinaire de densité 5,7. Dans aucune des nombreuses expériences que j'ai faites pour obtenir de l'arsenic par voie humide, je n'ai trouvé ce corps cristallisé ou possédant la densité 5,7 de l'arsenic cristallisé.

» L'arsenic précipité, qui est brun velouté ou noir, possède donc la même densité que l'arsenic amorphe obtenu par sublimation, se transforme comme lui en arsenic d'une densité de 5,7 lorsqu'on le chauffe à 360°. Enfin il n'est pas altérable à l'air humide.

» En présence de ce résultat, les faits observés par Bettendorff me paraissent faciles à interpréter. La coloration jaune vue dans la partie froide du tube dans lequel se fait la condensation est due à la vapeur d'arsenic, qui est jaune, et non à un corps solide. Aussi Bettendorff n'a-t-il pu isoler d'arsenic jaune à l'état solide.

La poudre grise est le résultat de la solidification de l'arsenic en vapeur au milieu d'un gaz inerte. Aussi n'obtient-on cette poudre qu'en sublimant l'arsenic dans un courant rapide d'hydrogène ou d'un autre gaz sans action sur l'arsenic. L'arsenic amorphe noir obtenu dans la partie plus chaude du tube se forme par le refroidissement lent de la vapeur au contact du tube. Cet arsenic s'obtient précisément en maintenant à 200° environ le tube dans lequel se fait le dépôt.

» Mais l'arsenic amorphe gris et l'arsenic amorphe noir offrent la même densité, et si l'arsenic en poudre grise est plus facilement attaquable par l'acide azotique, comme le signale Bettendorff, cela me paraît dû uniquement à son état de division plus grand. Ces deux états de l'arsenic sont comparables, le premier au calomel à la vapeur, le second au calomel sublimé.

» De tous ces faits, je conclus qu'il existe deux états bien différents de l'arsenic.

» Chaque fois qu'on isole l'arsenic par voie humide ou par voie sèche au-dessous de 360° environ, il est amorphe, gris foncé, brun ou noir, inaltérable à l'air humide. Sa densité est comprise entre 4,6 et 4,7. Chauffé à 360°, il se transforme en arsenic d'une densité de 5,7. Suivant son état de division, l'acide azotique l'attaque plus ou moins facilement.

» L'arsenic d'une densité de 5,7 est l'arsenic des laboratoires, qui est gris d'acier et cristallise lorsqu'il se forme par la condensation de la vapeur d'arsenic vers 360° ou au-dessus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le benzoyle-mésitylène*. Note de M. E. **Louïse**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée l'année dernière à l'Académie, j'ai montré que le benzyle se fixe facilement sur le mésitylène en présence du chlorure d'aluminium pour donner naissance à un nouvel hydrocarbure, le *benzyle-mésitylène*, composé cristallisé qui se forme en quantité théorique. La méthode de MM. Friedel et Crafts s'applique également bien pour fixer le benzoyle sur le mésitylène à l'aide du chlorure de benzoyle.

» Les proportions des composés qui entrent en réaction sont les mêmes que pour la préparation de l'hydrocarbure et la manière d'opérer est également identique. 20^gr de chlorure de benzoyle sont mélangés à 120^gr de mésitylène dans un ballon, et le tout, maintenu à la température d'environ 100°, est additionné de chlorure d'aluminium par petites portions. La réaction est achevée après qu'on a ajouté 3 à 4^gr de chlorure d'aluminium. Lorsque le dégagement d'acide chlorhydrique ne se produit plus, on verse la masse, qui est d'un violet très foncé, dans de l'eau ordinaire et on l'abandonne au repos. Il se sépare un liquide qui monte à la surface; ce liquide, constitué par l'excès de mésitylène non attaqué et par le produit de la réaction, est soumis à la distillation. Le mésitylène passe le premier, puis le thermomètre monte rapidement, et c'est au-dessus de 360° que l'on recueille un produit épais; rectifié, il est encore légèrement jaunâtre.

» Ce composé, comme le benzyle-mésitylène, a présenté au plus haut degré le phénomène de la surfusion. A plusieurs reprises, il a pu être placé dans des mélanges réfrigérants à — 27° et même à — 40° sans donner trace de cristallisation. Mais il s'est pris en une masse cristalline lorsque

je l'ai touché avec un petit cristal qui s'était déposé de sa dissolution alcoolique abandonnée à elle-même depuis un certain temps.

» La masse cristalline se dissout dans l'acétone ordinaire, l'acide acétique, l'éther, le chloroforme, l'alcool, etc.; ces divers dissolvants déposent à la longue des cristaux volumineux, transparents, incolores, ayant une odeur faiblement aromatique, et dont le point de fusion est à 29°.

» Ces cristaux purs, soumis à l'analyse, ont donné :

	gr
Poids de matière	0,302
CO^2	0,945
H^2O	0,210

d'où l'on tire la composition centésimale :

		La formule $C^{16}H^{16}O$ exige
C	85,33	85,70
H	7,70	7,14
O (par différence)	6,97	7,16

» Il résulte donc de là qu'un seul atome d'hydrogène a été remplacé par le benzoyle dans l'opération qui vient d'être décrite; le nouveau corps ainsi obtenu est, d'après cela, le benzoyle-mésitylène ou le phényle-mésitylène-carbonyle $C^6H^5\text{-}CO\text{-}C^6H^2(CH^3)^3$.

» Le mésitylène étant la triméthylbenzine symétrique, la substitution du benzoyle à un atome d'hydrogène ne peut donner naissance qu'à une seule acétone mixte, sans qu'il puisse exister d'isomérie.

» Je me propose de continuer l'étude de cette acétone et particulièrement de ses produits d'oxydation et d'hydrogénation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le mésitylène.* Note de M. G. ROBINET [1].

« Je me suis proposé de rechercher si les réactions étudiées pour le toluène, le xylène, etc., s'étendent à l'un des homologues les plus intéressants de la benzine, la triméthylbenzine en mésitylène. Ce carbure présente l'avantage de la symétrie des trois groupes méthyliques, ainsi que je l'ai fait remarquer antérieurement.

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de l'École pratique des Hautes Études, à la Sorbonne. (Voir *Bulletin de la Soc. Chim.*, I, 241; 1879.)

» *Produits substitués du mésitylène.* — En faisant passer un courant de chlore sec dans la vapeur de mésitylène, on observe un dégagement abondant d'acide chlorhydrique et il se fait des produits de substitution dans la chaîne latérale. Si l'on a soin de ne pas dépasser la température de 215° pendant la chloruration, on réussit assez facilement à séparer par fractionnements : 1° un liquide passant entre 215° et 220° à la pression ordinaire ; 2° entre 260° et 265° un corps qui distille et se solidifie, à la température du laboratoire.

» *Monochlorure de mésitylène* : $C^6H^3(CH^3)^2CH^2.Cl$. — Le liquide passant entre 215° et 220° est du monochlorométhylène.

» C'est un liquide incolore, bouillant de 215° à 220° et ne se solidifiant pas encore à — 17° ; à cette température il devient seulement visqueux. Distillé à la pression ordinaire avec des traces d'eau, il se décompose en dégageant de l'acide chlorhydrique et un liquide qui, à l'air, se colore en rouge.

» Ce liquide a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.		Théorie.
Carbone pour 100.....	68,67	69,16	69,70
H »	71,29	7,20	7,11
Cl »	22,57	22,65	22,97

» Le monochlorométhylène déjà connu bout de 204° à 206°.

» *Dichlorure de mésitylène* : $C^6H^3CH^3.CH^2-Cl.CH^2Cl$. — Distillé entre 260° et 265°, par le refroidissement à la température ordinaire, il se prend en une masse cristalline jaunâtre, imprégnée d'une forte proportion de monochlorométhylène. Par purification à la trompe et après cristallisation dans l'alcool ou dans l'éther, on obtient de fines aiguilles blanches ou des lamelles transparentes fusibles exactement à 41°,5.

» Le *dichlorométhylène* $C^6HCl^2(CH^3)^3$, étudié par Kahn, est en prismes fusibles à 59° et distillables de 243° à 244°.

» Le *dibromure de mésitylène* : $C^6H^3CH^3CH^2Br,CH^2Br$, est le produit de substitution bromé que nous avons obtenu le plus facilement. En traitant la vapeur du mésitylène par le brome et en faisant refroidir les portions qui distillent dans le vide entre 178° et 190°, on obtient de longues aiguilles blanches très fines, solubles dans l'éther, moins dans l'alcool. Elles dégagent une odeur très piquante et brûlant les paupières. Elles fondent à 66°,3.

» Soumis à l'analyse, ce corps donne :

	Trouvé.	Calculé
C pour 100	38,38	38,84
H »	4,32	4,60
Br »	57,20	57,55

» Le *dibromomésitylène* $C^6H^2Br^2(CH^3)^3$, déjà connu, est cristallin et fond à 60° : ce sont donc deux corps différents.

» *Dérivés du monochlorure, éther azotique.* — Dans un tube scellé, on met 26gr de monochlorure, 17gr d'acétate de soude fondu et 16gr d'acide acétique. Après quatre heures de chauffe à 140°-150°, on épuise par l'éther la matière noire formée ainsi; puis on filtre et on ajoute peu à peu une solution étendue de potasse. L'éther décanté et distillé, après dessiccation, abandonne un résidu liquide qui, fractionné dans le vide, fournit à 242° un liquide incolore qui est l'éther acétique de l'alcool mésitylénique.

	Théorie.	Trouvé.		
C pour 100	74,4	74,15	74,39	74,09
H pour 100	8,07	7,86	8,18	8,50

» Cet éther, saponifié par la baryte, se transforme en un liquide d'odeur très agréable, qui est probablement l'alcool mésitylénique.

» *Acide mésitylénique.* — Si l'on chauffe pendant deux heures, au réfrigérant ascendant, un mélange d'acétate et de chlorure de mésitylène avec son volume d'acide azotique de densité 1,42, étendu préalablement de deux fois son volume d'eau, il se dégage des vapeurs rutilantes et des cristaux se déposant pendant le refroidissement du liquide. Il faut avoir soin, pour modérer les soubresauts, d'ajouter, avant l'ébullition, des morceaux de charbon de cornue.

» La masse solidifiée et filtrée à la trompe abandonne, en outre, une huile plus lourde que l'eau qui, agitée avec 8 ou 10 fois son poids de bisulfite de soude, cristallise : c'est vraisemblablement l'aldéhyde $C^6H^2(CH^3)^2CHO$.

» Quant aux cristaux, purifiés par cristallisation dans l'eau bouillante, ils fondent vers 165°-166° : c'est le point de fusion de l'acide mésitylénique déjà décrit; ils en ont d'ailleurs les propriétés et la composition.

	Théorie.	Trouvé.
Carbone pour 100	72,60	72,60
Hydrogène	6,66	6,31

» *Acide diméthylphénylacétique.* — 1 partie de monochlorure maintenu

à 120°, en tube scellé, avec une solution alcoolique contenant $1\frac{1}{2}$ partie de cyanure de potassium, noircit en formant un dépôt abondant. On reprend ce dépôt par l'alcool, on ajoute une solution de potasse et l'on fait bouillir pendant six heures au réfrigérant ascendant. La potasse est ensuite neutralisée par de l'acide sulfurique que l'on ajoute goutte à goutte. Par agitation avec de l'éther, il se forme trois couches : une couche éthérée, une couche aqueuse et une couche visqueuse; cette dernière cristallise au bout de quelques jours : ces cristaux sont très solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. La solution aqueuse, additionnée d'acide sulfurique, fournit un précipité abondant, très soluble dans l'alcool et l'éther, et cristallisant en lamelles hexagonales fusibles à 97°. Dans l'alcool étendu, on obtient des aiguilles et non des lamelles.

» Ce corps est un acide dont la formule $C^6H^3(CH^3)^2CH^2COOH$ représente la composition

	Analyses.		Théorie.
Carbone pour 100..........	65,25	65,38	65,93
Hydrogène pour 100.......	7,53	7,50	7,69

» Cet acide donne facilement des sels, même par un simple contact prolongé avec des métaux comme le cuivre.

» *Picrate de mésitylène.* — Si l'on fait dissoudre à chaud 12^{gr} de mésitylène dans 3^{gr} d'acide picrique, on obtient, par refroidissement, de belles lamelles jaunes de picrate de mésitylène, correspondant à la formule

$$C^9H^{12}C^6H^3(AzO^2)^3O.$$

» En effet, $0^{gr},730$ de ce picrate traités par l'ammoniaque se transforment avec la plus grande facilité en $0^{gr},513$ de picrate d'ammoniaque : théorie 0,514; il se dissocie à 100°.

» Cette combinaison, si facile à réaliser, pourrait servir à extraire le mésitylène des goudrons qui le renferment.

» Le *dichlorure*, fusible à 41°,5, se saponifie par l'acétate de soude. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Pouvoir toxique de la quinine et de la cinchonine* [1]. Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian.

« La thérapeutique de la fièvre typhoïde n'a pas seulement reporté l'attention des médecins et des physiologistes sur les modifications que la qui-

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine de Paris.

nine apporte dans la circulation sanguine [1] : elle a remis en question le degré de toxicité de la *quinine* et de la *cinchonine*, degré qui n'est pas nettement déterminé dans nos Traités classiques. Il était donc intéressant d'entreprendre sur ce sujet quelques recherches expérimentales. Voici le résultat de cette étude, poursuivie sur plus de cinquante animaux, batraciens (grenouilles) et mammifères (cobayes, lapins et chiens).

» 1. L'injection hypodermique de $0^{gr},025$ de sulfate de quinine sur une grenouille pesant une trentaine de grammes donne la mort au bout de deux ou trois jours. Pour obtenir le même résultat avec le sulfate de cinchonine, on doit injecter $0^{gr},035$ de substance environ.

» 2. Sur le cobaye, la dose de sulfate de quinine, en injection sous-cutanée, nécessaire pour amener la mort dans l'espace d'une heure environ, est de $0^{gr},20$ pour un animal adulte. La quantité de sulfate de cinchonine capable de tuer un cobaye dans les mêmes conditions serait de $0^{gr},23$.

» 3. Les résultats observés chez le lapin sont un peu différents. Des individus pesant 1800^{gr} ont succombé en $2^{h}30^{m}$ à l'action de 1^{gr} de sulfate de quinine injecté sous la peau. Un animal du poids de 2200^{gr} est mort après avoir reçu $0^{gr},40$ de sulfate de cinchonine.

» 4. Au point de vue de la thérapeutique et de la toxicologie, l'ingestion intra-stomacale de quinine ou de cinchonine fournirait des renseignements plus précis que les injections hypodermiques, aussi ai-je tenté l'emploi de ce procédé sur un certain nombre de chiens. Mais cet animal, le plus rapproché de l'homme parmi ceux qui sont à la disposition des expérimentateurs dans nos laboratoires, vomit avec une extrême facilité les substances toxiques introduites dans son estomac. On donne à un chien 2^{gr} ou 3^{gr} de sulfate de quinine : l'animal semble avoir de l'ivresse, du vertige, puis il vomit et revient bientôt à son état normal. Avec la cinchonine, on observe surtout un peu de tremblement convulsif, de la salivation et les vomissements sont plus tardifs.

» On est donc forcé de recourir encore aux injections intra-veineuses ou aux injections hypodermiques. Je ne parlerai que de ces dernières.

» Pour amener la mort d'un chien du poids de 12^{kg}, il suffit d'une injection hypodermique de $2^{gr},5$ et même 2^{gr} de sulfate de quinine, ou de *bromhydrate de quinine*. Le résultat final arrive au bout de $2^{h}30^{m}$ environ. Pour donner la mort dans l'espace de 8^{h} ou 9^{h} à un chien du poids de $7^{kg},5$ il faudrait injecter au moins 2^{gr} de sulfate de cinchonine.

---

[1] *Comptes rendus*, 22 janvier 1883. Note de MM. G. Sée et Bochefontaine.

» L'affaiblissement, puis la résolution paralytique, voilà les symptômes généraux qui précèdent la mort déterminée par la quinine ou par la cinchonine, chez la grenouille.

» Chez les cobayes, lapins et chiens qui ont reçu la *quinine* sous la peau, la mort est précédée des phénomènes connus de l'ivresse quinique, de vomissements, quelquefois d'une dyspnée extrême suivie de ralentissement de la respiration, d'affaiblissement paralytique auquel se joignent d'ordinaire des convulsions ou des tremblements convulsifs. Huit chiens sur douze ont eu de violentes convulsions épileptiformes. Chez un lapin, j'ai compté cent soixante respirations par minute.

» Dans aucune de ces expériences, quelle que soit l'attention avec laquelle je les aie cherchées, je n'ai pu constater l'irrégularité, l'ataxie motrice, l'incoordination, l'arythmie, l'asystolie du cœur dont on a parlé dans ces derniers temps. Les battements du cœur sont restés réguliers chez les grenouilles, cobayes, lapins et chiens soumis à l'expérience.

» Les convulsions épileptiformes accompagnent surtout l'intoxication cinchonique; elles ont été bien étudiées dans cet empoisonnement, par M. Laborde : j'ai constaté, toutefois, qu'elles font assez souvent défaut chez le cobaye et le lapin. On n'observe pas avec la cinchonine les vomissements déterminés par la quinine.

» Ces vomissements muco-spumeux, recueillis un quart d'heure après l'injection sous-cutanée de sulfate ou de bromhydrate de quinine, contiennent une notable proportion de quinine.

» Au bout de vingt minutes, on a trouvé la quinine dans les urines. Sur les chiens morts d'intoxication quinique, j'ai constaté dans l'urine la présence d'une proportion de quinine telle, que ce liquide formait avec le réactif de Winkler un précipité caillebotté. On a fait des décoctions filtrées avec la rate, les reins, le foie, et l'on a vu que le tissu de ces organes, même après qu'on a enlevé par le lavage la plus grande partie du sang qu'ils renferment, contient une quantité notable de quinine.

» Ces recherches paraissent établir que la quinine, conformément aux notions acquises jusqu'à présent, a des propriétés physiologiques plus actives que la cinchonine. Les deux substances sont convulsivantes, la seconde plus que la première, et la quinine se distingue par ses effets vomitifs et son action déprimante du système nerveux central.

» S'il était permis d'appliquer à l'espèce humaine les résultats observés chez les animaux, on verrait que, pour mettre la vie de l'homme en danger, il faudrait injecter, sous la peau, 10^{gr} de sulfate de quinine ou

16gr de sulfate de cinchonine. La dose léthifère serait bien plus considérable lorsque ces substances sont introduites dans l'estomac : elle serait de 35gr pour la quinine et de 50gr pour la cinchonine. Nous raisonnons comme si l'homme n'était pas plus sensible que le chien à l'action de ces agents. Mais on n'est pas autorisé à établir sans réserves un rapprochement de ce genre, et même les données cliniques conduisent à admettre que la quinine et la cinchonine ont, sur l'organisme de l'homme, une action bien plus puissante que sur celui du chien. »

PHYSIOLOGIE. — *De la valeur de l'entrecroisement des mouvements d'origine cérébrale*. Note de M. **Couty**, présentée par M. Vulpian.

« La classification des mouvements en cérébraux et médullaires ou réflexes est fondée surtout sur ce fait, que l'excitation ou la lésion d'un hémisphère entraîne des modifications motrices du côté opposé, au lieu d'agir sur les muscles du même côté; et, quoique divers expérimentateurs, notamment MM. Vulpian et Brown-Séquard, aient montré le peu d'importance fonctionnelle de l'entrecroisement anatomique des faisceaux pyramidaux, l'entrecroisement physiologique est encore universellement admis. Avant de discuter la valeur de ce caractère et de montrer qu'il ne suffit pas à différencier les mouvements, je vais essayer de faire voir qu'il n'a pas la constance qu'on lui a supposée.

» Les expériences qui m'ont amené à ces constatations ont été faites sur un didelphe nommé vulgairement gamba (*Did. cancrivorus*) : si l'on électrise la surface cérébrale de ce petit animal, on obtient des contractions qui se localisent d'ordinaire aux membres antérieurs et à la face; mais ces contractions, même pour les courants d'excitation minimum, sont bilatérales et le mouvement du membre antérieur opposé paraît seulement un peu plus étendu. Sur un des quatre gambas opérés, la première réaction se produisait même du côté de l'excitation, si bien que, si l'on ne prolongeait pas l'électrisation, le côté opposé restait complètement immobile.

» A côté des recherches sur le gamba se placent deux expériences très analogues sur le paresseux (*Bradypus tridactylus*) : pour cet animal chaque électrisation détermine presque toujours un mouvement lent des quatre membres, plus marqué dans les membres antérieurs; généralement les contractions sont plus ou moins associées, et, par exemple, tandis que le membre antérieur opposé exécute une abduction étendue, le membre du même côté se met en adduction légère.

» Le vautour urubu (*Cathartus fœtens*), sur lequel j'ai fait neuf expériences, présente, si l'on excite son cerveau, des mouvements limités au bec et aux deux pattes; suivant les animaux, c'est tantôt la patte du même côté, tantôt la patte opposée, tantôt les deux ensemble qui exécutent un premier mouvement, mais il suffit de prolonger un peu l'excitation pour que les deux membres inférieurs s'agitent plus ou moins irrégulièrement, les ailes et les autres parties du corps restant immobiles.

» Ce que j'ai vu constamment sur l'urubu est observable aussi quelquefois sur des poules; et s'il est vrai que la plupart du temps le cerveau de cet animal est inexcitable, d'autres fois l'on obtient nettement des mouvements de la tête et des deux pattes, ou même, comme je l'ai vu deux fois, des mouvements prédominants dans la patte du même côté.

» De même aussi sur le lapin, à côté d'individus chez lesquels les mouvements opposés sont prédominants ou même uniques, on en trouve d'autres chez lesquels l'électrisation détermine des mouvements bilatéraux des membres antérieurs et aussi de la mâchoire et des lèvres; et ces mouvements, pour les membres antérieurs, paraissent quelquefois imparfaitement associés.

» Toutes ces constatations ont été faites sur des animaux laissés à l'état normal, sans anesthésie et sans autre préparation que la mise à nu du cerveau. Je n'ai pas besoin d'ajouter que j'ai pris soin de ne pas confondre les contractions bilatérales localisées à certains groupes musculaires avec d'autres mouvements généralisés produits assez souvent par l'électrisation du cerveau, mouvements mal connus, liés à des phénomènes de douleur sur lesquels nous reviendrons.

» Les observations relatives aux excitations du cerveau sont, du reste, confirmées par l'étude des lésions du même organe, dans les mêmes espèces.

» Chez tous ces animaux, les altérations traumatiques ou inflammatoires d'un hémisphère, quoique d'ordinaire plus ou moins diffuses, entraînent une simple gêne bilatérale plutôt qu'une suppression localisée des mouvements; la force et l'agilité diminuent; le gamba ne peut plus marcher régulièrement ni se soulever par sa queue; le lapin saute mal, son train postérieur est en retard et au repos, la position des membres se trouve modifiée; l'urubu, s'il marche, porte ses jambes en hésitant, ou même il les croise l'une devant l'autre, et s'il court, il tombe quelquefois en arrière, plus rarement en avant, et il éprouve de la difficulté à se relever.

» Sur le gamba et le lapin, ces signes de paresse musculaire généralisée

peuvent prédominer dans le membre antérieur opposé; mais sur les urubus et aussi sur les poules les phénomènes produits par la lésion sont rigoureusement bilatéraux, comme ceux que détermine l'excitation.

» Pour constater facilement sur les poules cette parésie des deux pattes par lésion unilatérale du cerveau, il ne suffit pas d'examiner de loin l'animal qui continue, comme on le sait, à marcher, à sauter régulièrement : il faut le faire voler, tomber et retomber ou marcher sur un plan lisse et incliné, ou plus sûrement il faut le placer sur une barre de bois transversale ronde ou carrée. On constate d'abord qu'il éprouve quelque hésitation à s'accrocher, il faut guider son membre ou même ouvrir les orteils; une fois fixé, si l'on agite la barre ou mieux si on la fait rouler sur elle-même, la poule ne sait plus se maintenir : elle lâche une patte, elle lâche l'autre et, malgré les mouvements compensateurs des ailes, elle tombe et retombe, si bien que, si l'on place côte à côte sur le même perchoir improvisé un animal dont le cerveau est intact et un autre dont le cerveau est lésé, on voit le dernier tomber vingt et trente fois, tandis que l'autre reste fixe et solide.

» Ce n'est pas le lieu de dire les petites précautions qui deviennent quelquefois nécessaires pour rendre facile ces diverses constatations, et je n'insiste pas non plus ici sur des variations individuelles tellement importantes qu'il devient difficile de décrire, pour ces espèces inférieures, des types définis de fonctionnement moteur cérébral.

» Je rappellerai cependant que, même chez les animaux mieux fixés, singe, chien ou perroquet, pour lesquels l'entrecroisement physiologique est la règle, on trouve, quoique plus rarement, des individus qui présentent, comme les espèces inférieures, des phénomènes bilatéraux. J'ai observé plusieurs fois chez des cebus des contractions associées des deux membres antérieurs après une électrisation unilatérale du cerveau; j'ai vu encore plus fréquemment, après d'autres du reste, des mouvements des deux membres postérieurs produits sur le chien par l'excitation d'un côté du cerveau, et sur cet animal comme aussi sur l'homme on peut observer, après la lésion d'un seul hémisphère, des paraplégies ou d'autres troubles bilatéraux.

» Si donc on mesure l'action motrice attribuée au cerveau par les phénomènes consécutifs aux lésions ou aux excitations de cet organe, on constate que la bilatéralité est la règle chez certaines espèces de mammifères inférieurs et d'oiseaux, et l'on retrouve exceptionnellement ce caractère dans les espèces les plus perfectionnées. L'entrecroisement physiolo-

gique cérébro-médullaire n'a donc rien de constant; il n'est pas lié à la constitution anatomique des organes; il manque sur des cerveaux déjà élevés dans l'évolution, sensibles à l'électricité ou, comme celui de l'urubu, relativement volumineux. Ce caractère n'a donc pas la valeur qu'on lui avait attribuée, et l'on peut établir facilement une transition entre le mouvement volontaire le plus compliqué et le simple réflexe. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Vision des radiations ultra-violettes.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. Cornu.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie, j'ai indiqué quelle est l'absorption exercée, sur les radiations ultra-violettes, par les différents milieux de l'œil, pris séparément, chez l'homme et une douzaine d'animaux vertébrés.

» En ce qui concerne l'homme, on a pu remarquer que la plus grande partie du spectre solaire traverse la cornée et l'humeur vitrée; par contre, limité vers la région comprise entre H et M (cette dernière raie n'est atteinte qu'avec une longue exposition de la plaque).

» *Le spectre du cristallin correspond exactement au spectre visible* et cette lentille a pour fonction physiologique d'intercepter toute radiation ultra-violette. Dès lors, se pose la question suivante : si nous ne percevons pas les radiations ultra-violettes, est-ce parce que la rétine est insensible aux courtes ondes, ou bien parce que ces ondes ne lui parviennent pas?

» Pour trouver la solution, j'ai dû avoir recours au témoignage de malades atteints d'aphakie, c'est-à-dire privés de cristallin par l'opération de la cataracte. M. le D[r] Saillard, professeur distingué de Clinique chirurgicale à l'École de Médecine de Besançon, a bien voulu m'amener deux sujets, opérés par lui depuis plusieurs années avec un plein succès, dont il avait vérifié l'acuïté et l'intégrité visuelles, et dont l'intelligence a conservé toute sa lucidité. Les observations ont été faites de la manière suivante :

» La lumière jaillissait d'un régulateur Foucault dans une lanterne Duboscq, dont l'ouverture était fermée par une double glace argentée de Foucault, de celles que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 24 avril 1882 et qui m'ont servi à photographier, dans une obscurité apparente, à l'aide des radiations actiniques seules. On sait que ces minces couches d'argent laissent passer uniquement les radiations comprises entre les raies O et T du spectre ultra-violet.

» Tantôt le sujet que nous interrogions regardait simplement la lu-

mière électrique à travers cet écran; tantôt l'image des charbons, invisible pour nous, était projetée au fond de son œil au moyen d'une lentille en quartz.

» Dans toutes les expériences, nous avons constaté, M. Saillard et moi, chez les sujets atteints d'aphakie, une perception très nette des rayons ultra-violets. Les malades nous ont décrit la forme et les mouvements de l'arc électrique, alors que leur ignorance des lois physiques ne pouvait leur suggérer aucune idée du phénomène (l'arc est la seule partie du foyer lumineux qui émette des rayons ultra-violets; la radiation rouge des charbons ne traverse pas les miroirs argentés).

» Il nous sera permis de conclure de ces expériences que :

» *La rétine est sensible aux radiations ultra-violettes comme aux radiations visibles* lorsqu'elles lui parviennent, et cela, au moins, jusque vers la raie S (il est impossible de se prononcer sur la question de savoir si la rétine serait sensible aux radiations *ultra-solaires*, arrêtées, dans tous les cas, par la cornée et l'humeur vitrée). C'est donc bien le cristallin seul qui limite le spectre visible; on a cité des observateurs qui, dans leur état normal, percevaient le spectre ultra-violet; peut-être faudrait-il attribuer le fait à une augmentation accidentelle de la transparence du cristallin.

» Il est essentiel de retirer leurs lunettes aux opérés, car les verres absorbent, en grande partie, les rayons qu'il s'agit d'observer et réduisent beaucoup l'intensité de la perception, comme nous avons pu nous en convaincre une fois de plus dans le cours de nos expériences. Le mieux serait, dans ces essais, de neutraliser l'aphakie au moyen de lunettes en quartz ou en crown-glass très blanc.

» Nos sujets nous ont déclaré voir les radiations ultra-violettes avec une teinte *bleu* (ou *gris bleu*) *clair*. Ces radiations concourant, pour eux, à la formation des images, on peut se demander pourquoi les opérés de la cataracte ne se plaignent pas de voir les objets qui les entourent colorés en bleu, les rayons ultra-violets devant apporter cette teinte en excès; je crois qu'on peut expliquer cette circonstance si l'on songe combien peu la couleur des objets terrestres nous paraît modifiée par le reflet d'un ciel bleu, même lorsque le soleil se trouve momentanément caché; d'ailleurs, les lunettes employées constamment par les malades remplacent en partie le cristallin en retenant une forte proportion des radiations actiniques.

» Le spectre solaire ultra-violet arrivant presque en entier à la rétine des oiseaux de nuit, il eût été intéressant de constater chez eux la perception de l'ultra-violet seul : ces expériences ont échoué par l'inertie de l'ani-

mal, qui n'accusait aucune sensation en passant de l'obscurité à la lumière, que cette lumière fût visible ou non pour l'homme.

» Que deviennent les rayons actiniques absorbés par les milieux de l'œil humain; quelle forme prend l'énergie ainsi transformée? Il est probable que cette transformation n'a pas lieu sans fatiguer l'organe, surtout lorsqu'il s'agit du long et brillant spectre *ultra-solaire* de l'arc électrique.

» J'ai voulu comparer cette lumière à celle des lampes électriques à incandescence, et j'ai photographié le spectre de l'une d'elles (lampe Edison) par les moyens exposés dans ma dernière Note. Soit que le rayonnement du fil ne comporte pas d'ondes courtes, soit que ces ondes soient arrêtées par l'enveloppe de verre, le spectre de cette lumière ne dépasse guère le spectre visible : elle épargne donc aux milieux placés devant la rétine tout le travail de l'absorption et de la diffusion des rayons ultra-violets. Je crois cette circonstance favorable à l'hygiène de la vue, aussi bien que la fixité et le peu de chaleur des lampes à incandescence. Peut-être ce genre de lumière devra-t-il être préféré dans les ateliers, les bureaux, les écoles surtout, partout où, travaillant longtemps à la lumière artificielle, l'homme doit ménager, à tout prix, le plus précieux de ses sens.

» Il serait à désirer que les compagnies intéressées entreprissent des expériences suivies destinées à démontrer, s'il existe, ce précieux avantage du nouvel éclairage. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches sur la production des monstruosités par les secousses imprimées aux œufs de poule.* Note de M. C. **Dareste**.

« C'est une croyance généralement répandue parmi les personnes qui possèdent des basses-cours, que les cahots des voitures et les trépidations des chemins de fer affectent le germe contenu dans l'œuf. J'ai pendant longtemps douté de la réalité du fait; une observation que j'ai faite en 1875 ne me le permet plus.

» Le 1er juin 1875, j'allai chercher, au Jardin d'acclimatation, une caisse de 25 œufs que M. Albert Geoffroy Saint-Hilaire avait bien voulu mettre à ma disposition, et je les rapportai moi-même en chemin de fer, pendant un trajet de vingt-cinq minutes. Une moitié de ces œufs fut mise en incubation le jour même, trois heures après mon retour. Tous ces œufs, ouverts après trente-deux heures d'incubation, me présentèrent, à l'exception d'un seul, la mort précoce et la désorganisation complète de l'embryon. Un seul contenait un embryon en pleine vie. Je remis, le 4 juin, les autres œufs en incubation. Après trente-deux heures d'incubation, tous ces œufs présentaient des embryons bien vivants.

» Cette observation prouve, d'abord que les trépidations des chemins de fer affectent profondément la vitalité du germe; et ensuite qu'elles ne l'affectent que passagèrement, et que leur influence nuisible disparaît par le repos. Depuis, j'ai toujours pris soin de laisser reposer les œufs, que je recevais de la campagne, pendant deux ou trois jours avant de les mettre en incubation; et j'ai pu ainsi éviter une des principales causes de la mort précoce des embryons.

» A la suite de cette observation, j'ai voulu déterminer, par des expériences précises, l'influence des secousses sur le germe de l'œuf fécondé. Je me suis servi, dans ce but, de la machine que l'on désigne sous le nom de *tapoteuse*, et qui sert, dans les fabriques de chocolat, à faire pénétrer la pâte dans les moules. Cette machine a été mise à ma disposition par mon parent, M. Devinck; puis par M. Lambert, successeur de M. Devinck. Elle donne 120 coups par minute.

» Des expériences faites en 1876, à l'aide de cette machine, m'ont appris que les œufs, soumis à des secousses intenses et nombreuses, produisent presque toujours des monstruosités. Toutefois, je ne les ai pas publiées, parce que je n'étais pas sûr d'avoir évité toutes les causes d'erreur. De nouvelles expériences, faites en octobre et en novembre 1882, ont pleinement confirmé l'exactitude des résultats que j'avais obtenus, six ans auparavant.

» Voici les résultats de ces expériences :

» *Première expérience.* — Onze œufs, pondus à Paris, entrés au laboratoire le 12 octobre, battus à la *tapoteuse*, le 14 octobre, pendant une demi-heure, et ayant reçu, par conséquent, 3600 secousses.

» Six de ces œufs sont mis en incubation le 14 octobre. Ouverts les 17 et 18 octobre, ils donnent les faits suivants : 2 blastodermes sans embryon; 1 embryon, dans lequel l'extrémité antérieure s'était seule développée, et consistait dans une tête avec cyclopie, et une anse cardiaque placée à gauche de la tête, au lieu d'être à droite comme dans l'état normal; 1 embryon présentant deux anses cardiaques des deux côtés de la tête, avec un *spina bifida* dorsal; 1 embryon presque entièrement privé d'amnios, et présentant une ectopie du cœur; 1 embryon normal.

» Les cinq autres œufs sont mis en incubation le 17 octobre, par conséquent après un repos de trois jours. Ouverts le 22 octobre, ils donnent : 3 blastodermes sans embryon; 1 embryon cyclope avec deux cœurs; 1 embryon réduit à une tête présentant les caractères de la triocéphalie, et pourvu de deux cœurs.

» *Deuxième expérience.* — OEufs venus de la campagne, pondus le 17 novembre et entrés au laboratoire le 18. Battus à la tapoteuse le 23 novembre pendant un quart d'heure, et ayant éprouvé 1800 secousses.

» Cinq œufs mis en incubation le 23 novembre, ouverts le 27 et le 28 : 1 blastoderme

sans embryon. 1 blastoderme troué dans son milieu, ce qui indique la mort et la destruction complète d'un très jeune embryon. 1 embryon normal, mais avec absence du capuchon caudal de l'amnios. 2 embryons complètement normaux.

» Quatre œufs mis en incubation le 26 novembre, ouverts le 30 novembre. 2 embryons morts, évidemment monstrueux, mais trop désorganisés pour que la monstruosité pût être déterminée. 1 embryon atteint d'exencéphalie avec absence des yeux et d'ectopie du cœur. 1 embryon affecté d'inégalité des yeux.

» Il résulte de ces expériences que des secousses intenses et fréquemment répétées modifient profondément le germe des œufs fécondés, puisqu'il ne peut plus se développer que d'une manière anormale lorsqu'on le soumet à l'incubation. Cette cause tératogénique est d'autant plus remarquable qu'elle exerce son action avant l'évolution de l'embryon; tandis que les autres causes tératogéniques, que j'ai signalées depuis longtemps, comme l'élévation ou l'abaissement de la température, la diminution de la porosité de la coquille, la position verticale de l'œuf, l'échauffement inégal de l'œuf, ne modifient l'embryon que pendant son évolution.

» Dans ces expériences, la modification imprimée au germe par les secousses de la tapoteuse n'a point disparu par l'effet du repos, comme dans l'observation qui a servi de point de départ à mes recherches. Cela tient-il à l'intensité beaucoup plus grande des secousses imprimées aux œufs, intensité qui aurait imprimé au germe une modification définitive? Ou bien, la période de repos n'a-t-elle pas été assez longue? Pour le moment, je ne puis que poser ces questions.

» Il faut encore remarquer que cette nouvelle cause tératogénique n'exerce pas cette influence sur tous les œufs et qu'il y en a un certain nombre qui échappent à son action. Je ne puis m'expliquer ce fait que par l'individualité de l'œuf, sur laquelle j'ai fréquemment insisté, depuis le commencement de mes recherches. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur la génération des cellules de renouvellement de l'épiderme et des produits épithéliaux.* Note de M. **Retterer**, présentée par M. Ch. Robin.

« Des fragments de peau de la région plantaire du chien, fixés par l'alcool et l'acide osmique et sur lesquels on a pratiqué des coupes perpendiculaires et parallèles à la surface de la peau, colorées ensuite au picrocarmin et montées dans la glycérine, montrent les particularités suivantes :

» La couche limitante du derme (*basement membran* de Todd et Bowmann)

est bordée en dehors, aussi bien dans les espaces interpapillaires que sur les papilles, par une substance amorphe organisée, complètement homogène : c'est la *substance amorphe épidermique*. Elle est colorée en brun par l'acide osmique et contient un nombre considérable de granules colorés en rouge par le picrocarmin, ayant un diamètre de $0^{mm},0005$ à $0^{mm},0010$. Elle forme une zone large de $0^{mm},003$ à $0^{mm},005$: c'est la *zone à granules*. Ces granules sont entourés d'un cercle clair jaunâtre, qui les isole de la substance amorphe dans laquelle ils sont plongés. Sur le bord externe de la zone, ils se groupent ou s'alignent par 6 ou 7 (sur une coupe horizontale) au milieu d'une substance colorée en jaune. Au fur et à mesure que ces groupes s'éloignent de la zone à granules, ils s'entourent d'un cercle clair commun et constituent ainsi les *noyaux*. Ceux-ci, fortement colorés en rouge par le picrocarmin, sont tellement serrés les uns contre les autres, que l'intervalle qu'ils laissent entre eux et qui est comblé par la substance amorphe est à peine de $0^{mm},001$. Les noyaux sont ovoïdes; leur grand diamètre, perpendiculaire à la zone à granules, est de $0^{mm},005$ à $0^{mm},006$, tandis que le petit est de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$ seulement.

» Dans la zone à granules et la zone à noyaux, que nous réunissons sous le nom de *couche à noyaux*, la substance amorphe, colorée en brun par l'acide osmique, ne présente aucun sillon, aucune ligne de séparation autre que les zones en cercle clair, qui entourent immédiatement les granules et les noyaux. Ceux-ci sont comme plongés dans la substance amorphe dans laquelle ils ont apparu.

» Au delà de la couche à noyaux, ces derniers sont écartés peu à peu, les uns des autres, par la substance amorphe, et, dès que la distance qui sépare deux noyaux voisins atteint à peu près le double du diamètre de ces derniers, on voit apparaître entre eux des filets de granules juxtaposés qui rayonnent autour des noyaux et semblent les relier les uns aux autres; ils figurent des sortes de tonnelets renflés par le milieu ou de lentilles biconvexes. Ces filets paraissent formés d'une série de grains colorés en noir par l'acide osmique; puis, dans l'équateur de chaque tonnelet, on voit se produire des points colorés également en noir, indiquant la segmentation de la substance amorphe, sauf aux endroits où les filets passent d'un noyau à l'autre. Les plans de segmentation intermédiaire ne sont donc pas continus. En rencontrant les plans de division voisins, ils limitent des éléments anatomiques polyédriques, formant les cellules du *corps muqueux*, pourvues chacune d'un noyau, mais dont le corps cellulaire présente des ponts de substance amorphe continuant à relier une cellule à l'autre. Ces ponts

ont été décrits sous le nom de *piquants*, par O. Schroen ([1]) et d'autres, et sous le nom de *filaments d'union* par M. Ranvier ([2]). Ce dernier auteur appelle *fibrilles intracellulaires* les filets qui, pour nous, sont un simple phénomène précédant ou accompagnant la segmentation. La production de ces filets n'est pas un fait isolé pour l'épiderme. Chez certaines Phanérogames (Labiées, *Viscum*, etc.), l'albumen présente le même phénomène au moment du cloisonnement.

» Tels sont les faits de l'apparition des noyaux, puis de la segmentation intermédiaire de la substance organisée amorphe de l'épiderme, amenant son individualisation en cellule avec corps cellulaire autour du noyau. Les phases de ce phénomène ont été observées et décrites pour la première fois par M. Ch. Robin ([3]) en 1862 et 1864.

» Au delà de cette couche, que nous nommons *couche segmentaire*, viennent les cellules remplies de granulations du *stratum granulosum*.

» Le reste de l'épiderme ou couche cornée, variant d'épaisseur suivant les régions, est formé de cellules aplaties. Tandis que l'acide azotique indique, sinon une composition identique, du moins un fond général commun en colorant tout l'épiderme et ses dépendances en jaune, les alcalins avec le sulfate de cuivre donnent aux cellules de la couche cornée exclusivement la teinte gris violacé propre à la kératine.

» Dans toute la couche cornée les noyaux des cellules sont masqués à tel point que non seulement on a nié leur existence dans cette couche, mais qu'on est allé jusqu'à prétendre qu'il existe une couche de substance amorphe entre le corps muqueux et la couche cornée. En soumettant l'épiderme à l'action des alcalins dilués, et en colorant ensuite avec les réactifs ordinaires, les noyaux apparaissent entourés d'un cercle clair, comme on les voit directement dans les autres couches de l'épiderme, ainsi que dans les ongles, les cornes, les sabots, etc. Ce procédé montre, en outre, que toutes les cellules de la couche cornée ont exactement la même constitution et que les subdivisions que les auteurs y ont introduites, fondées uniquement sur la pénétration variable des réactifs colorants, ne reposent sur aucune différence anatomique.

» L'épiderme du chien, ainsi que celui de l'homme et des autres mam-

---

([1]) Schroen, *Molleschott. Untersuch.*, t. IX.

([2]) Ranvier, *Comptes rendus*, séance du 20 octobre 1879.

([3]) Ch. Robin, *Sur les divers modes de la naissance des éléments anatomiques* (*Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, 1864).

mifères se compose donc : 1° de la couche à noyaux ; 2° de la couche segmentaire ou d'individualisation des cellules de renouvellement; 3° du *stratum granulosum* (ces trois premières couches constituant le corps muqueux de Malpighi); 4° de la couche cornée.

» L'épithélium antérieur de la cornée est formé de même : 1° par une couche à noyaux; 2° par une couche segmentaire; 3° par une couche de cellules aplaties. Il présente la même évolution nucléaire et cellulaire, sauf l'absence de couche cornée.

» Sur l'embryon des mammifères, l'apparition de l'épiderme qui succède à l'ectoderme se fait de la même façon que le renouvellement épidermique continu pendant toute l'existence de l'animal. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Suctociliés de M.* de Merejkowski. Seconde Note de M. E. Maupas, présentée par M. de Lacaze-Duthiers. (Extrait.)

« Je demande à l'Académie la permission de répondre encore à la nouvelle Note (¹) dans laquelle M. de Merejkowski croit devoir maintenir son ordre des *Suctociliés*.

» Et d'abord, je ferai remarquer que M. de Merejkowski ne répond point aux deux objections principales que je lui opposais : 1° je lui objectais que, n'ayant pas vu le *Mesodinium pulex* accrocher d'autres Infusoires et les sucer avec ses prétendus suçoirs, il n'était pas autorisé à considérer ces appendices comme similaires des tentacules des Acinétiens; 2° j'ajoutais que les appendices vibratiles de cet Infusoire appartiennent à la catégorie des cirres, avec lesquels on le voit souvent courir comme un véritable Infusoire hypotriche, tandis que chez tous les Acinétiens observés jusqu'ici on n'a jamais vu que des cils vibratiles proprement dits, ce qui constitue entre ces organes une différence profonde dans le degré de développement et sépare d'une façon essentielle les êtres qui les portent. Ces deux arguments étant restés sans réponse, ils conservent donc toute leur valeur.

» En revanche, M. de Merejkowski affirme que je considère les prétendus suçoirs de notre Microzoaire comme des cirres. Je n'ai rien dit qui se rapprochât de cette interprétation.

» ... Dans l'argumentation qui vient à la suite, je relèverai, en particulier, cette affirmation, que jamais les cils ni les cirres ne peuvent se fixer solidement à un corps étranger, comme le font les tentacules des Acinétiens.

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 276; 1883.

Or, que M. de Merejkowski prenne la peine d'observer des *Cyclidium glaucoma* bien immobiles et suspendus au couvre-objet, c'est-à-dire la bouche bien en vue : il constatera que tous les longs cils du pourtour du corps se sont fixés et attachés à la paroi de la lamelle de verre et retiennent immobile l'Infusoire, qui autrement serait entraîné par les vibrations énergiques de son appareil vibratile buccal. En se servant de forts grossissements pour observer ces petits câbles fixateurs, on reconnaît même que, à leur point d'attache, ils se sont élargis en un petit disque de fixation. Je citerai encore deux autres petits Infusoires holotriches, dont je publierai prochainement les descriptions. Ces Infusoires vivent en commensaux sur les branchies de Mollusques lamellibranches. Un faisceau de cils de leur extrémité antérieure s'est transformé en organes de fixation, plus courts et plus trapus que les cils ordinaires. Avec ces appendices, ces Infusoires se fixent sur les branchies et aux parois du manteau de leur hôte, et peuvent résister aux courants énergiques que celui-ci provoque constamment dans l'eau baignant ces parties. Un de ces petits Infusoires, qui sur une de mes préparations s'était attaché au couvre-objet, y était fixé si solidement, que je n'ai pu réussir à lui faire lâcher prise en établissant des courants très rapides entre les deux lames de verre. Voilà pour les cils ; je passe maintenant aux cirres. Chez toutes les Oxytrichines et les Euplotines, les cirres dits abdominaux, frontaux et anaux, jouent à peu près constamment le rôle d'organes de fixation. Autrement, comment ces Infusoires pourraient-ils marcher lentement et demeurer immobiles, avec l'agitation perpétuelle et les puissantes vibrations des membranelles fronto-buccales? Si les cirres ne les retenaient pas fixés aux objets étrangers, ils seraient entraînés rapidement en avant, avec un mouvement de rotation autour de leur axe longitudinal, comme lorsque nous les voyons inquiets circuler avec agitation dans tous les sens.

» La faculté de se fixer aux objets peut donc se retrouver sur les cils vibratiles et les cirres, aussi bien que chez les tentacules des Acinétiens, et cette propriété n'a absolument rien de caractéristique pour un suçoir.

» Après cet exposé de faits, je répéterai encore ce que j'ai dit dans ma première Note : les appendices de l'extrémité antérieure de *Mesodinium pulex* sont simplement des organes de fixation, analogues à ceux que j'ai signalés plus haut chez ces petits Infusoires commensaux de Mollusques lamellibranches. Leur forme diffère peut-être un peu, mais leur rôle est identique ; du moins personne ne les a vus remplir d'autres fonctions.

» M. de Merejkowski rejette bien sommairement le rapprochement qui

a été fait par des auteurs tels que Hertwig, Engelmann et Geza Entz, de l'*Actinobolus radians* de Stein avec les Acinétiens. La citation du texte de Stein n'est pas complète. Pour la donner entière, il faut ajouter que les tentacules filiformes, *semblables aux tentacules des Acinétiens, peuvent s'allonger considérablement ou rentrer dans le corps sans laisser de trace*. En se plaçant au point de vue de M. de Merejkowski, cette description est plus que suffisante pour faire de l'Actinobolus un Suctocilié. L'absence d'un renflement à l'extrémité des tentacules ne peut être une objection essentielle; car ce renflement fait défaut chez un certain nombre d'Acinétiens. L'*Actinobolus*, en tant que *Suctocilié*, est donc pour le moins aussi bien connu que le *Mesodinium pulex*; mais j'ai dit, dans ma première Note, la raison capitale qui s'opposait à son rapprochement des Acinétiens.

» Je maintiens l'assimilation que j'ai faite des quatre espèces de Claparède, Fresenius, Cohn et Stein, et je vais même plus loin : je suis persuadé que l'avenir démontrera que le *Mesodinium acarus*, forme type du genre, est encore la même espèce vivant dans l'eau douce; car il me paraît qu'il ne faut pas attacher trop d'importance à des descriptions et à des diagnoses fort courtes, résultant d'études encore incomplètes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des branches simples souterraines des Psilotum adultes*. Note de M. **C.-Eg. Bertrand**, présentée par M. Duchartre.

« Toute section transversale de la région moyenne d'une branche simple souterraine de *Psilotum* dont le développement est complet montre :

» 1° Un *faisceau bicentre*, légèrement elliptique, *dont le centre de figure coïncide avec le centre de figure de la section*;

» 2° Autour du faisceau une gaine protectrice;

» 3° Entre la gaîne et l'assise superficielle, une zone épaisse de *tissu fondamental primaire* non différencié en couches distinctes;

» 4° Une assise superficielle de *cellules épidermiques*, dont certaines portent des prolongements pileux séparés de la cellule support par une cloison transversale.

» La masse ligneuse du faisceau forme, dans les branches non déviées, une bande horizontale, dont les trachées occupent les bords extrêmes; par suite, cette bande ligneuse coïncide avec le grand axe de la section transversale du faisceau. La différenciation des éléments de la masse ligneuse s'est faite des trachées extrêmes vers le centre de figure du faisceau. Le centre de figure

est occupé par des vaisseaux scalariformes *grêles*, dont la surface est couverte de ponctuations elliptiques. Le liber entoure le bois, mais forme deux masses principales, l'une au-dessus de la bande ligneuse, l'autre au-dessous de cette bande. Le liber est ici un mélange de cellules grillagées très simples et de fibres primitives. On n'y voit jamais de fibres libériennes. La gaine protectrice est difficile à reconnaître, les cadres d'épaississements spéciaux de ses éléments étant très peu marqués.

» Dans les branches simples souterraines de fort calibre, la structure du faisceau se complique un peu : le nombre des éléments ligneux et libériens différenciés est plus grand. Dans les branches faibles, c'est l'inverse qui a lieu : la masse ligneuse peut s'y réduire à une trachée centrale. Le faisceau a alors l'aspect d'un *faisceau indéterminé*.

» La structure de la région postérieure des branches simples souterraines est un peu plus simple que celle de leur région moyenne.

» Dans toute branche simple souterraine en pleine élongation, la structure de sa région moyenne se conserve jusque dans son cône végétatif.

» Le cône végétatif d'une branche simple souterraine en pleine élongation présente : 1° une couche dermatogène superficielle, à cellule apicale centrale, de petite dimension; 2° sous le dermatogène, une masse de méristème primitif, dont l'axe est occupé par une file cellulaire qui correspond exactement à la cellule terminale du dermatogène. Rien n'indique si la cellule apicale du dermatogène doit être considérée ou non comme cellule initiale de ce tissu. Rien non plus n'indique si les cellules axiales du méristème primitif, ou seulement l'une d'elles, doivent être regardées ou non comme les cellules initiales de ce méristème. Le dermatogène se continue postérieurement par l'épiderme. Le méristème primitif se continue postérieurement par une masse centrale de tissu procambial, et par une zone périphérique de tissu fondamental primaire. Plus loin encore du sommet de la branche, la masse procambiale se caractérise comme faisceau bicentre; elle présente deux centres de différenciation ligneuse, un à chaque extrémité du grand diamètre du faisceau. Plus loin encore du sommet, on voit la différenciation ligneuse progresser dans le faisceau, de chacun de ses centres de développement vers son centre de figure.

» *La structure du corps végétatif d'une branche simple étant invariable tant que dure son élongation, quelle que soit la longueur de la branche, la structure de sa région moyenne étant toujours la même de sa base à son sommet*, on peut dire que *les structures que nous venons de signaler* AUX DIVERS NIVEAUX *d'un cône végétatif en pleine élongation figurent* LES DIVERS STADES DE LA DIFFÉ-

RENCIATION DES TISSUS A UN NIVEAU DÉTERMINÉ *de la région moyenne d'une branche simple.*

» *Le cône végétatif d'une branche simple souterraine n'a jamais de pilorhize. Ce cône végétatif est d'origine exogène.*

» Le cône végétatif des branches simples souterraines se bifurque de la manière suivante : la cellule apicale du dermatogène et les cellules axiales du méristème primitif se cloisonnent longitudinalement et cessent d'être reconnaissables comme cellules centrales. Un peu plus tard, le dermatogène présente deux cellules apicales sans lien apparent avec la cellule apicale précédente. En même temps le méristème primitif présente deux files de cellules comparables aux cellules axiales d'une branche simple. Un peu plus tard chaque centre de formation du dermatogène se sépare de son voisin par un vallonnement de la surface qui va se prononçant de plus en plus; à ce moment la masse méristématique se différencie en deux cordons procambiaux dont chacun deviendra ultérieurement un faisceau bicentre.

» Dans une branche simple entièrement développée et se poursuivant antérieurement par deux branches simples, on voit le faisceau unique de la branche mère se bifurquer antérieurement dans son plan principal. Chaque moitié de faisceau se complète en produisant à sa face interne de nouvelles trachées.

» Des faits qui précèdent on peut conclure, en appliquant les *définitions* que nous avons données *des membres des plantes vasculaires*, que *les branches simples souterraines des Psilotum sont des* STIPES *à un seul faisceau. Ces stipes sont dépourvus d'appendices et de racines, ils jouent le rôle physiologique de racine.*

» Ces conclusions sont d'une importance très grande pour la connaissance des Cryptogames vasculaires. Elles montrent que dans certaines régions des *Psilotum* le corps de la plante se réduit à une simplicité extrême; qu'en cet état le stipe peut jouer le rôle de racine; que la ressemblance entre les stipes ainsi adoptés et une véritable racine est assez grande pour qu'aucune des théories antérieures n'ait pu permettre de se prononcer sur leur nature morphologique; enfin que parmi les Lycopodiacées il en est qui sont dépourvues de racine. »

M. A. **Duponchel** adresse une Note relative à la conservation de l'énergie solaire.

L'auteur arrive, comme conséquence de sa théorie, à annoncer que, par suite de circonstances propres à notre époque, la durée de la période

des taches solaires qui, depuis 130 années, oscille autour d'une période de 10 ans environ, sera brusquement portée à près de 14 ans pour la période actuelle et les deux suivantes. Le prochain maximum ne pourra donc guère avoir lieu avant l'année 1885; le second, avant l'année 1900; le troisième, avant l'année 1913.

» M. **Faye**, à qui la Note précédente de M. Duponchel a été communiquée, s'exprime à ce sujet en ces termes :

« Ce qui m'a paru intéressant dans la Note de M. Duponchel, c'est que ce savant s'est cru en état de prédire que le maximum des taches du Soleil, qui aurait été, suivant lui, annoncé par les astronomes pour la fin de 1881, n'arriverait pas avant la fin de 1885.

» Les astronomes n'ont pu annoncer ce maximum que sous la réserve imposée par l'incertitude de la période de 11 $\frac{1}{10}$ ans, due à M. R. Wolf, de Zurich. Cette incertitude va à deux ou trois ans. C'est ainsi que de 1788 à 1830 les trois périodes ont une durée moyenne de près de quatorze ans, tandis que, pour la période suivante de 1830 à 1837, cette durée s'est trouvée réduite à 7 $\frac{1}{3}$ ans. Un travail récent de M. R. Wolf, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, me fait présumer que cette incertitude provient de la coexistence de deux périodes, l'une de onze ans, l'autre de neuf, dont la seconde était restée inconnue. Quoi qu'il en soit, la prédiction précise de M. Duponchel méritait qu'on s'y arrêtât. J'ai donc pris des informations à ce sujet auprès du juge le plus compétent, M. R. Wolf.

» Le maximum actuel, comme tous les maxima faibles de ce genre de phénomènes, est peu accusé et présente des maxima secondaires qui en compliquent la détermination. Il faudra attendre jusqu'à la fin de 1883 pour en fixer définitivement l'époque. L'Académie voit par là que ce maximum ne saurait être reporté aussi loin que le suppose M. Duponchel, à moins qu'il ne survienne dans le phénomène des modifications tout à fait surprenantes. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note intitulée « Imitation des spectres de diffraction, par la dispersion ».

L'auteur montre que, en faisant usage du parallélépipède à dispersion qu'il a déjà décrit, et en choisissant convenablement le liquide associé au

prisme de quartz, on peut arriver à rendre le spectre de dispersion identique aux spectres de diffraction, quant à la distance des raies obscures. Cette disposition présenterait un grand avantage pour l'étude de lumières plus faibles que celle du Soleil, pour l'analyse spectrale de la lumière des étoiles, pour l'observation de la partie infra-rouge et de la partie ultraviolette du spectre, etc.

M. E. Maumené adresse diverses Communications portant pour titres : « Mémoire sur la non-existence de l'acide Az^2O^3 et sur l'identité de cet acide avec $AzO(HO)^2$, découvert par M. Maumené et improprement nommé acide hypoazoteux »; « Note sur le corps improprement nommé hydrate de chlore », et « Vérification des faits observés par M. Gorjeu, sur la calcination du sulfite de manganèse ».

M. Bergeon adresse une Note sur un nouvel appareil enregistreur de la respiration, l'*apnographe* à transmission.

M. A. Lefebvre adresse une Note relative au mode d'application de la vapeur et de l'air comprimé aux locomotives.

M. Daubrée fait hommage à l'Académie, de la part de M. *Grüner*, de la seconde partie de la Description géologique du *Bassin houiller de la Loire*.

« A la suite de la description générale qui a été présentée il y a un an [1], le second volume présente une description détaillée du bassin.

» Le territoire de Rive-de-Gier, divisé en quatre districts : celui de Saint-Chamond; la partie orientale et la partie occidentale du territoire houiller de Saint-Étienne; ceux de Tartaras, Givors et Communay y sont successivement passés en revue. Leurs diverses couches, avec tous les accidents mécaniques qui les ont affectées, y sont signalées d'une manière détaillée et précise.

» Des cartes détaillées de ces divers territoires, à l'échelle de $\frac{1}{5000}$, les représentent clairement avec les affleurements de leurs couches de houille et leurs failles, au moyen d'une série de courbes de niveau correspondant

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 672.

aux divers étages. Ces cartes sont accompagnées de nombreuses coupes verticales du sol à la même échelle. Leur ensemble forme un Atlas de 26 feuilles grand format.

» Le Chapitre final du texte est consacré au mode de formation, non de la houille en général, mais du bassin houiller de Saint-Étienne, tel que l'auteur l'a déduit de ses études. Pendant que s'est déposée cette série de sédiments de plus de 1700^m d'épaisseur, le sous-sol ancien sur lequel ils s'appliquaient subissait un abaissement qui s'opérait le long des failles du pourtour du bassin. Cet abaissement ne s'est pas partout opéré avec la même intensité, au sud, le long du massif ancien du Pilat, où ces sédiments se sont constamment affaissés en glissant suivant la même grande faille; l'intensité du mouvement a varié beaucoup d'un point à un autre. L'affaissement dura plus longtemps et fut plus intense à Saint-Etienne qu'à Saint-Chamond et à Saint-Chamond qu'à Rive-de-Gier. Par contre, au nord, le mouvement s'est arrêté au lieu de continuer, le long de la grande faille primitive qui a amené la formation de la *brèche*. Durant le cours même de la période houillère, d'autres cassures, sortes de gradins de la cassure primordiale, ont joué, dans l'intérieur du bassin, parallèlement aux failles-limites : ce sont les grandes failles longitudinales, plus ou moins voisines de l'axe du bassin, telles que la faille du Mouillon à Rive-de-Gier, celle du Château à Saint-Chamond, celles de la République, du Gagne-Petit et de Villebœuf à Saint-Etienne, celles enfin de Landuzière et du Midi à Roche-la-Molière. D'autre part, des cassures transversales se sont produites ou ont joué pendant cet inégal affaissement. Le long de toutes ces failles, le mouvement n'a pas été continu. Il était nul ou insensible pendant la formation proprement dite de chaque couche de houille, plus ou moins brusque pendant la sédimentation des masses minérales dans les bas-fonds. Cela explique pourquoi, à mesure que l'on passe des étages inférieurs aux étages supérieurs, on voit le domaine de la végétation houillère se rétrécir de plus en plus. La réduction graduelle des marécages houillers paraît être la conséquence de l'affaissement fort inégal du sous-sol.

» Cet ouvrage monumental, qui a occupé M. Grüner pendant plus de quarante années, fait connaître d'une manière exacte et approfondie la constitution du bassin houiller de Saint-Etienne. Il jette beaucoup de lumière sur des questions importantes de la Science, en même temps qu'il fournit des données précieuses aux exploitants présents et futurs. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 JANVIER 1883.

Le Soleil; par C.-A. YOUNG. Paris, Germer-Baillière, 1883; in-8° relié.

Le monde physique; par A. GUILLEMIN, t. III; 15e série, livr. 139 à 148. Paris, Hachette et Cie, 1883; grand in-8° illustré.

La fièvre typhoïde à Gênes (1880-81) *et le Congrès international d'hygiène à Genève en* 1882; *par* BALESTRERI. Genova, 1883; br. in-8°.

La Nouvelle-Guinée; par J. Girard. Paris, impr. F. Levé, 1883; in-8°.

J.-H. FAVRE. *Nouveaux souvenirs entomologiques. Etudes sur l'instinct et les mœurs des insectes.* Paris, Ch. Delagrave, 1882; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Blanchard.)

Traité élémentaire du microscope; par EUG. TRUTAT. 1re Partie : *Le microscope et son emploi.* Paris, Gauthier-Villars, 1883; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Annali dei regi Istituti tecnico e nautico e della regia scuola di costruzioni navali di Livorno; vol. IX-X. Livorno, G. Meucci, 1881-1882, 2 vol. in-8°.

Minute structure of the central nervous system of certain reptiles and batrachians of America; by John J. MASON. Series A, Author's edition. One hundred, Newport, 1879-1882; 1 vol. in-4° relié.

Annual report of the comptroller of the currency to the first session of the forty-seventh Congress of the United States; december 5, 1881. Washington, government printing office, 1881; in-8° relié. (Trois exemplaires.)

Publications of the Washburn observatory of the University of Visconsin; vol. I. Madison, David Atwood, 1882; in-8° relié.

Washington astronomical observations for 1878. Appendix I : *Monograph of the central parts of the nebula of Orion; by* EDWARD S. HOLDEN. Washington, government printing office, 1882; in-4°.

Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro; t. I, II, III, IV, V. Rio de Janeiro, impr. industrial 1876-1881; 8 parties in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 FÉVRIER 1883.

Direction générale des douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1881. Paris, Impr. nationale, 1882; in-4°.

Ministère des Travaux publics. Direction des Cartes, Plans et Archives et de la Statistique graphique. Album de Statistique graphique de 1882. Paris, Impr. nationale, 1882; in-4°.

Thermodynamique appliquée. Réfutation d'une seconde critique de M. G. Zeuner; *par* G.-A. HIRN et O. HALLAUER. Paris, Gauthier-Villars, 1883; br. in-8°.

La trichine et la trichinose; par J. CHATIN. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

Sur les progrès récents des Sciences naturelles; par M. A.-F. MARION. Marseille, typogr. Cayer et Cie, 1883; br. in-8°.

Exposition internationale d'électricité. Paris, 1881. *Electricité statique. Paratonnerres. Rapport par* M. E. ROUSSEAU. *Paratonnerres, Notes et Commentaires; par* M. MELSENS. Bruxelles, F. Hayez, 1882; in-8°.

Conférence faite au Congrès international des électriciens, à Paris, le 29 *septembre* 1881; *par* M. MELSENS. Paris, J. Tremblay, 1882; in-4°.

Les plantes potagères; par VILMORIN-ANDRIEUX. Paris, Vilmorin-Andrieux et Cie, 1883; in-8°.

The transactions of the Linnean society of London: Zoology, vol. II, Part 3. 4, 5; *Botany,* vol. II, Part. 1. London, 1881-1882; 4 livr. in-4°.

Medico-chirurgical transactions, published by the royal medical and chirurgi-

cal Society of London; vol. LXV. London, Longmans, Green, Reader and Dyer, 1882; in-8° relié.

The Journal of the Linnean Society: Zoology, vol. XV, n°s 86-88; vol. XVI, n°s 89-94; *Botany,* n°s 114 à 121. London, 1881-1882; 14 livr. in-8°.

Transactions of the seismological society of Japan; vol. I, II, III, IV. Printed at the *Japan Gazette* office, 1880-1882; 4 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire en la personne de M. le baron *Cloquet*, Membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé dans la matinée de samedi, 24 février; puis il ajoute :

« M. Jules Cloquet s'était rendu célèbre, dès sa jeunesse, par d'importants travaux sur l'anatomie de l'homme et de certains animaux inférieurs. Par l'aménité de son caractère, il s'était rendu sympathique à tous, durant sa longue carrière. Sans souffrances, à l'âge de plus de quatre-vingt-douze ans, il s'est éteint, en pleine connaissance de lui-même et des personnes qui l'entouraient, peu d'heures après avoir affectueusement serré la main de son intime ami, notre Confrère le baron Larrey. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur divers points de Physique céleste*; par M. **J. Janssen**.

« Au moment de partir pour la mission dont le Gouvernement, l'Académie, le Bureau des Longitudes nous font l'honneur de nous charger, il nous

paraît nécessaire, afin de prendre date, d'exposer à l'Académie l'état de plusieurs questions en cours d'étude à l'Observatoire de Meudon.

» Un premier sujet, et qui nous occupe depuis longtemps déjà, est celui qui se rapporte à l'étude de la surface solaire par la Photographie. J'ai déjà eu l'honneur d'en entretenir plusieurs fois l'Académie. J'ai exposé comment la photographie de la surface solaire prise dans des conditions spéciales de grande amplification des images et de durée extrêmement courte d'action lumineuse pouvait nous révéler des détails de structure que les lunettes sont impuissantes à nous donner. J'ai montré notamment comment cette méthode nous permet d'obtenir, sur les formes, les mouvements, les transformations, les groupements des éléments granulaires de la surface solaire, des données toutes nouvelles.

» Parmi les questions nouvelles que cette méthode permet d'aborder, celle qui se rapporte aux mouvements dont la matière photosphérique est animée est l'une des plus importantes. Nous nous en occupons depuis assez longtemps déjà.

» L'étude des mouvements de la matière photosphérique, en dehors des taches, présente, par les moyens optiques ordinaires dont dispose l'astronome, des difficultés presque insurmontables, tandis que la photographie nous offre ici des bases sûres et relativement faciles.

» Pour mettre en évidence et mesurer ces mouvements, nous prenons d'une même région solaire des photographies à des intervalles déterminés.

» Nous avons d'abord reconnu que les mouvements de la matière granulaire sont tels que l'aspect d'une région photosphérique change en de très courts instants; quelquefois l'espace d'une seconde suffit pour amener dans la forme d'un élément granulaire un changement complet.

» Pour cette recherche, le passage du revolver photographique est tout indiqué. L'instrument donne, en effet, à des intervalles connus et aussi courts qu'il est nécessaire, des images d'une région déterminée. Un réticule placé devant la plaque photographique, mais rendu solidaire avec la lunette et entraîné avec elle et de manière à suivre rigoureusement le mouvement du Soleil, fournit des repères auxquels on rapporte les mouvements décelés par les images successives.

» Ce travail est en cours d'exécution. Je ne publierai des nombres que lorsqu'il sera terminé. Mais je puis dire dès maintenant que les mouvements de la matière photosphérique sont de vitesse extrêmement variable, et, en général, du même ordre de grandeur que ceux que mon illustre

ami, M. Lockyer, a reconnus dans la matière gazeuse des éruptions solaires.

» On s'occupe aussi à l'Observatoire de poser les bases de la photométrie photographique. Le principe que j'ai énoncé, à savoir que les intensités de deux sources sont entre elles dans le rapport inverse des temps qui leur sont nécessaires pour produire le même travail photographique, par exemple pour déterminer sur deux plaques photographiques identiques la même teinte, ce principe, qui est le parallèle du principe de photométrie optique, a été l'objet de vérifications toutes spéciales.

» En s'appuyant sur la loi du décroissement d'intensité suivant le carré de la distance, on a vérifié le principe avec la gélatine entre des limites déjà très étendues, par exemple pour des temps variant entre 1 et 300 000. Il reste encore à varier les sources radiantes et les substances sensibles. Dès que ces études seront terminées, nous pourrons reprendre notre étude sur les étoiles et donner à l'Académie le travail sur la comète de 1881, où ces mesures de photométrie photographique interviennent, pour faire connaître les rapports d'intensité lumineuse entre les diverses parties de la comète et celle de la pleine Lune.

» Nous reprenons également l'étude du spectre de la vapeur d'eau, question qui m'a occupé, il y a longtemps déjà, et dont j'avais dû suspendre la poursuite tant à cause des missions dont j'ai été chargé qu'en raison de la difficulté de construire les grands appareils que cette étude exige. Mais Meudon nous donne sous ce rapport des facilités bien précieuses. J'espère donc être bientôt en mesure de présenter à l'Académie une étude complète du spectre de la vapeur d'eau, étude qui comprend l'ensemble des radiations depuis la chaleur obscure jusqu'à l'ultra-violet.

» La connaissance du spectre de la vapeur d'eau est indispensable pour déterminer sûrement l'origine d'une grande partie des raies telluriques; elle intervient également dans l'étude des atmosphères planétaires. Dans les étoiles elle peut nous conduire à des notions toutes nouvelles sur la température de leurs atmosphères.

» Enfin, le spectre de la vapeur d'eau a une grande importance théorique. Tout ici m'invite donc à terminer le travail que j'ai commencé sur ce sujet; je prie seulement qu'on veuille bien me faire un peu de crédit. »

TRANSPORT DE L'ÉNERGIE. — *Résultats d'une nouvelle série d'expériences sur les appareils de transport de travail mécanique, installés au chemin de fer du Nord, par M. Deprez.* Note de M. TRESCA.

« Pour faire suite aux indications que nous avons présentées à l'Académie dans sa dernière séance, nous avons l'honneur de lui faire connaître les résultats de la deuxième série d'expériences que nous avons faites, le 18 de ce mois, sur l'installation, au chemin de fer du Nord, des appareils de M. Marcel Deprez. Rien n'avait été changé à ces appareils, et l'on se proposait seulement d'en constater à nouveau le fonctionnement, en donnant à l'arbre de la génératrice une vitesse de 900 tours environ par minute, soit une augmentation de moitié relativement aux essais du 11 février.

» Les observations ont été conduites comme les précédentes, si ce n'est que les déterminations électriques ont été déduites de la lecture des galvanomètres de M. Deprez, sous le contrôle de notre Confrère M. Cornu, qui avait bien voulu se charger de ce soin.

» Cinq expériences seulement ont été faites en marche normale, les premières n'ayant eu pour objet que la détermination du travail dépensé par le fonctionnement à vide de la génératrice.

» Parmi les autres, nous laisserons de côté la huitième, pour laquelle le crayon du dynamomètre n'a pas, par suite de la rupture du papier, donné de tracé, et nous signalerons la septième comme moins sûre que les autres au point de vue du travail moteur, par suite de la faible longueur du diagramme correspondant.

» Voici comment les diverses constatations ont été faites.

» *Mesure de l'intensité.* — Les indications du galvanomètre d'intensité, dans le circuit unique des machines dynamo-électriques et du fil télégraphique, ont oscillé, pendant toute la durée des expériences, entre $10^{div},5$ et $11^{div},0$, soit en moyenne $10^{div},75$, ce qui correspond, d'après la constante de l'instrument indiquée par M. Deprez ($1^{div} = 0^{amp},25$), à une intensité presque constante de $2^{amp},687$. On verra d'ailleurs que cette intensité se trouve en concordance satisfaisante avec les autres valeurs des diverses déterminations.

» *Mesure des différences de potentiel aux bornes des machines.* — On mesurait, par un galvanomètre sensible, d'une résistance de 56^{ohms} (chiffre donné par M. Deprez), l'intensité dans une dérivation prise aux deux bornes de

chaque machine et formée par une grande résistance connue, 50 000 ou 30 000^ohms successivement.

» La constante de l'instrument, $1^{\text{div}} = \frac{1}{220}$ ampère, permet de déduire de chaque observation la force électromotrice en volts, au moyen de l'une des formules $E = \frac{n}{220}(50056)$ ou $E = \frac{n'}{220}(30056)$.

» Voici d'abord les indications directes des lectures :

Lectures du galvanomètre.

Numéro de l'expérience.	Zéro du galvanomètre.	Résistances additionnelles. 50 000 ohms. Génératrice.	Réceptrice.	30 000 ohms. Génératrice.	Réceptrice.
VI.	− 1,25	+ 6,50	− 7,50	+ 11,75	− 11,60
VII	− 1,50	+ 5,00	− 6,60	+ 9,60	− 10,00
IX.	− 1,55	+ 7,50	− 8,90	+ 13,80	− 13,80
X	− 1,55	+ 7,75	− 8,95	+ 13,90	− 13,90

» Les valeurs des déviations n et n' qui en résultent par voie d'addition pour les deux machines respectivement doivent pour chacune d'elles conduire à un rapport constant pour $n : n'$, et la vérification de cette proportionnalité suffirait pour démontrer que les constantes instrumentales sont restées très stables pendant toute la durée des observations.

» En introduisant les valeurs ainsi déduites de n et de n' dans les équations précitées, qui donnent les valeurs correspondantes de E, on trouve facilement les valeurs successives de la force électromotrice entre les pôles de chacune des deux machines.

Forces électromotrices en volts.

	Génératrice. R = 50000.	R = 30000.	Moyennes.	Réceptrice. R = 50000.	R = 30000.	Moyennes.	Rapports.
VI	1763	1776	1770	1422	1414	1418	0,801
VII.......	1479	1516	1498	1160	1161	1161	0,775
IX	2059	2097	2078	1672	1673	1673	0,805
X........	2116	2110	2113	1684	1687	1687	0,798

» Les deux modes de mesure ayant conduit, pour chaque expérience, à des valeurs presque identiques de la force électromotrice, leur moyenne peut inspirer toute confiance.

» *Mesure du travail mécanique.* — Le même dynamomètre et le même frein qui avaient être employés le 11 ont servi à mesurer le travail moteur et le travail transmis, de sorte qu'il n'est aucunement nécessaire d'entrer dans de nouvelles explications à cet égard.

» Les résultats des quatre expériences complètes sont compris dans le Tableau suivant, auquel nous avons cru devoir conserver exactement la même forme que dans notre précédente Communication.

Tableau des données numériques de toutes les expériences.

	Dynamomètre.				Courant.	Génératrice.			Réceptrice.			Frein.	
Numéros des diagr.	Ordonnées moyennes des diagr.	Tours par min.	Travail en kilogr.	Travail moteur en chevaux	Intensité en ampères.	Force électrom. en volts.	Tours par min.	Travail électrique en chev.	Force électrom. en volts.	Tours par min.	Travail électrique en chev.	Travail transmis en chev.	Rendement
VI	15,39	127	751,92	10,025	2,687	1770	792	6,462	1418	578	5,177	3,211	0,320
VII	15,77	111	673,42	8,978	2,687	1498	705	5,468	1161	488	4,239	2,711	0,301
IX	15,84	138	840,93	11,212	2,687	2078	876	7,586	1673	650	6,108	3,611	0,322
X	15,93	138	845,70	11,274	2,687	2113	883	7,714	1686	663	6,155	3,683	0,326
Totaux...	62,93	514	»	41,489	»	7459	3256	27,230	5938	2379	21,679	13,216	1,269
Moyennes	15,73	128,5	»	10,395	»	1865	814	6,808	1485	595	5,420	3,304	0,317
VIII	x	126	x	x	2,687	1853	814	6,765	1364	620	4,980	x	x
V	3,36	118	152,95	2,029	et par tour $0^{ch},0172$ à vide.								

» Le rapport entre les vitesses de la réceptrice et celles de la génératrice est ici $595:814 = 0,743$, tandis qu'il ne s'élevait qu'à 0,620 dans les essais du 11 février.

» Nous avons, dans un second Tableau, groupé toutes les évaluations de travail représentées par ces données, de manière à montrer avec plus de détails les différentes pertes sur chacun des points de la transmission.

Tableau des quantités de travail mesurées sur les différents points de l'installation.

Désignation des expériences.	VI.	VII.	IX.	X.	Totaux.	Moyennes.
1. Travail moteur mesuré au dynamomètre	$10^{ch},025$	$8^{ch},997$	$11^{ch},211$	$11^{ch},324$	$41^{ch},557$	$10^{ch},389$
2. Travail mécanique dépensé par la transmission jusques et y compris l'arbre de la génératrice	2,173	1,896	2,358	2,358	8,785	2,196
3. Travail mécanique réellement fourni à la génératrice	7,852	7,101	8,853	8,966	32,772	8,193
4. Travail électrique dépensé par la résistance de la génératrice	0,549	0,549	0,549	0,549	»	0,549
5. Perte de travail supplémentaire (par différence)...	0,879	1,091	0,712	0,696	3,378	0,844
6. Travail électrique à la sortie de la génératrice......	6,424	5,461	7,592	7,721	27,198	6,799
7. Travail dépensé en chaleur dans le circuit.......	1,243	1,218	1,479	1,561	5,501	1,373
8. Travail électrique à l'entrée de la réceptrice.......	5,181	4,243	6,113	6,160	21,707	5,426

Désignation des expériences.	VI.	VII.	IX.	X.	Totaux.	Moyennes.
9. Travail électrique dépensé par la résistance de la réceptrice	0^ch^,814	0^ch^,814	0^ch^,814	0^ch^,814	»	0^ch^,814
10. Perte de travail supplémentaire (par différence)...	1,156	0,718	1,688	1,673	5,235	1,309
11. Travail mécanique transmis à l'arbre du frein...	3,211	2,711	3,611	3,683	13,216	3,304

» Nous entrerons dans quelques explications sur la discussion à laquelle se prêtent les nombres de ce Tableau.

» 1° Le travail de l'expérience VII est seul un peu incertain, quoique le relevé de l'ordonnée moyenne du diagramme ait été fait sur une longueur de 2^m environ.

» 2° Le travail accusé dans la marche à vide est ici beaucoup plus considérable que dans la première série d'expériences; les courroies avaient été certainement raccourcies, et elles se trouvaient trop tendues.

» Chaque tour du dynamomètre correspondrait à un travail de $0^{ch},0172$, tandis que nous n'avions trouvé précédemment que $0^{ch},004$.

» Quoi qu'il en soit, ce travail de $2^{ch},196$ comprend les résistances de toutes les courroies, celles de l'arbre de couche et de ses paliers, celles aussi de l'arbre de la génératrice et du frottement de ses coussinets. Si même quelque aimantation subsistait ou venait à se produire dans la marche à vide, le travail en serait également enregistré.

» Il faudrait, dans tous les cas des applications, passer de la vitesse de l'arbre moteur à celle de la génératrice, et l'on sera presque toujours conduit à des résistances de même ordre.

» Cependant, au point de vue du calcul du travail électrique et des pertes successives qu'il éprouve, il était essentiel de chiffrer à part cette perte de la transmission.

» 3° Cette déduction faite sur le travail moteur, le travail disponible se trouve réduit à $8^{ch},193$ sur 10,389, ou aux 0,789 de sa valeur primitive mesurée au dynamomètre.

4° La chaleur qui serait produite, aux dépens de ce travail moteur, par le passage du courant dans la machine génératrice, dont la résistance, au repos et à froid, est de 56^{ohms}, représente une chute de travail de $0^{ch},549$, commune à toutes les expériences.

» 5° L'expérience prouve qu'il y a encore une chute supplémentaire de travail entre ce que reçoit la génératrice et la puissance dynamique du courant qu'elle abandonne au circuit; cette perte s'élève en moyenne à $0^{ch},844$ et représente tout ce qui n'a pas été compté dans l'estimation cal-

culée de la chaleur développée dans la génératrice. La résistance de cette génératrice est-elle plus grande quand elle fonctionne à circuit fermé qu'à circuit interrompu? Dans quelle mesure les balais ne captent-ils qu'une partie de ce courant? Quel est le travail perdu par les étincelles? Se produit-il des contre-courants qui augmentent les résistances? Ce sont là autant de questions que nous ne pouvons envisager qu'en bloc, et dont la solution est réservée à des études ultérieures.

» 6° Toujours est-il que le courant introduit dans le fil télégraphique qui reliait les deux stations ne représente plus que $6^{ch},799$, soit 0,654 du travail moteur, ou 0,829 du travail qui était disponible sur l'arbre de la machine génératrice.

» 7° En parcourant le fil télégraphique de 17^{km} de longueur, dont la résistance est de 160 ohms, l'énergie transformée en chaleur représenterait $\frac{\overline{2,687}^2 \times 160}{g}$ kilogrammètres ou $1^{ch},570$; nous trouvons pour différence moyenne entre le départ de la génératrice et l'arrivée à la réceptrice $1^{ch},373$ seulement; au point de vue des petites variations d'intensité que l'on n'a pu s'attacher à mesurer pendant le cours des expériences, on peut considérer ces deux évaluations comme concordantes.

» 8° Les observations faites à la réceptrice ont montré que le courant n'y représentait plus que $5^{ch},424$, soit les 0,522 du travail moteur primitif, ou 0,662 du travail mécanique disponible sur l'arbre de la génératrice.

» 9° La résistance de la réceptrice, à raison de 83^{ohms} au repos, correspondait à une transformation en chaleur d'une énergie de $0^{ch},814$, qui est inscrite sur la neuvième ligne horizontale du Tableau.

» 10° Mais cette réduction ne correspond pas, à beaucoup près, à la différence entre le travail du courant à l'entrée de la réceptrice et le travail dépensé en frottement par le frein installé sur un arbre. La différence, qui s'élève à $1^{ch},309$, doit être attribuée aux causes déjà énumérées au paragraphe 5° et auxquelles il y a lieu d'ajouter les résistances passives de l'arbre de la réceptrice, dont aucune évaluation directe n'a pu être obtenue par des tracés dynamométriques comme pour la génératrice. Cette perte paraît avoir augmenté d'une manière notable pour les grandes forces électromotrices de la deuxième série d'expériences, et une partie de cette augmentation doit être, sans aucun doute, attribuée aux étincelles.

» 11° Enfin nous arrivons au travail mesuré au frein et qui ne représente en moyenne que $3^{ch},304$, c'est-à-dire 0,318 du travail moteur, ou 0,403 du travail disponible sur l'arbre de la génératrice.

» Les quantités de travail retrouvées sous forme de chaleur et nécessai-

rement perdues pour l'effet utile peuvent d'ailleurs s'additionner ainsi qu'il suit :

	ch
Dans la génératrice	0,549
Dans le circuit intermédiaire	1,373
Dans la réceptrice	0,814
Total	2,736

» Cette quantité minimum de travail, représentée par de la chaleur, équivaut à 0,263 du travail mécanique dépensé, ou à 0,334 du travail disponible sur l'arbre de la génératrice.

» D'un autre côté, les pertes non calculables s'élèvent à :

	ch
A la génératrice	0,844
A la réceptrice	1,309
Total	2,153

qui forment les 0,207 du travail total ou 0,263 du travail mécanique disponible sur l'arbre de la génératrice.

» On peut ainsi grouper les chiffres d'une autre façon encore :

Travail de la transmission mécanique	0,211
Travail perdu en chaleur développée par les résistances	0,263
Travail perdu d'une manière adventice aux points de transformation.	0,207
Travail réellement transmis	0,318
Total	1,000

» La troisième évaluation de ce résumé est évidemment celle que les efforts des constructeurs doivent viser, et si l'on parvenait à en corriger les causes, on arriverait à se rapprocher, toutes choses égales d'ailleurs, d'un maximum d'utilisation de 50 pour 100.

» En soumettant seulement les deux expériences IX et X au même mode d'examen, les chiffres seraient très peu différents.

Travail de la transmission mécanique	0,209
Travail perdu en chaleur disséminée	0,256
Travail perdu aux points de transformation	0,212
Travail réellement transmis	0,314
Total	1,000

» Nous appelons tout particulièrement l'attention des électriciens sur cette indication du point précis où se produit cette chute de travail qui reste à étudier, et qui doit être d'un grand intérêt pour la théorie des machines dynamo-électriques.

» En tous cas, on trouvera dans les déductions qui précèdent un second

exemple de la répartition mieux précisée de toutes les pertes dans les diverses parties de l'appareil de transmission.

» Les tensions électriques de plus de 2000^{vol} sont déjà considérables en vue des applications, mais elles ont permis de transmettre cette fois un travail de près de quatre chevaux à la distance précédemment indiquée, équivalant à fort peu près à une distance effective de $8^{km},5$ entre les deux stations extrêmes. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide chromique;* par M. **Berthelot**.

« 1. Les chromates de potasse ont été employés dans la fabrication de certaines matières explosives; le bichromate d'ammoniaque chauffé se décompose avec incandescence : c'est un composé explosif. Ces circonstances m'ont engagé à déterminer la chaleur dégagée dans ces décompositions. Elle dépend de la chaleur d'oxydation propre par l'oxygène libre des corps mis en œuvre, jointe à la chaleur de formation des chromates à partir de l'oxyde de chrome, de l'oxygène et de l'alcali.

» 2. *Neutralisation de l'oxyde de chrome. Sulfate.* — J'ai pris comme point de départ l'alun de chrome et de potasse, sel chromique bien défini :

Alun de chrome ($500^{gr} = 12^{lit}$) + 3KO ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 8°..... + 24,66

» La liqueur séparée du précipité était claire et neutre au tournesol, ce qui exclut la formation d'un sel basique. On tire de là :

Cr^2O^3 précipité + 3(SO^3,HO) étendu, à 8°..... .... + 23,5

soit, pour un équivalent SO^3, HO étendu : + 7,8; valeur un peu plus faible que celle (+ 8,2) obtenue par M. Thomsen, à 19°, à l'aide de la même réaction. L'écart est dû, soit à la différence entre les températures, soit à la différence entre les états de l'oxyde de chrome [1]. Ce dernier oxyde, en effet, est susceptible d'états moléculaires multiples et tels que leur différence de constitution, pour $Cr^2O^3 = 76^{gr}$, se traduit par des dégagements de chaleur surpassant $+ 2^{Cal},3 \times 3 = 6^{Cal},9$ (*Annales de Chimie et de Phy-*

(1) Système initial...... Cr^2O^3 précipité, $3SO^3$ étendu, 3KO étendue, SO^4K dissous.

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*
Cr^2O^3 précip. + $3SO^3$ étendu.	x	$3SO^3$ ét. + 3KO ét., à 8°,7 : 16,04 × 3 = 48,12
SO^4K ét. + Cr^2O^3, $3SO^3$ ét...	négligeable	D'où $x = 48,12 - 24,66 = 23,46$
3KO ét. + alun............	+ 24,66	Soit pour SO^3 ét. + $\frac{1}{3}Cr^2O^3$ précip. : + 7,8

sique, 5e série, t. IV, p. 174). Ces effets sont déjà sensibles lorsqu'on emploie un excès de potasse pour précipiter l'alun de chrome.

Alun de chrome ($500^{gr} = 12^{lit}$) + 4KO ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 8°,4 ..... + 27,11 et + 27,42.

» La liqueur est claire, fortement alcaline, et ne renferme pas de chrome dissous en proportion appréciable.

» 3. *États multiples de l'oxyde de chrome.* — L'oxyde de chrome ainsi précipité offre une teinte un peu plus foncée et semble plus contracté que l'oxyde obtenu avec une dose de potasse strictement équivalente. Peut-être retient-il, d'ailleurs, quelque dose d'alcali. En faisant abstraction de cette dernière circonstance, son union avec l'acide sulfurique étendu dégagerait 48,12 — 27,42 = + 20,70 pour Cr^2O^3; soit 6^{Cal},9 pour $1^{éq}$ d'acide. L'écart entre 23,5 et 20,7, soit 2,8, répondrait à la condensation moléculaire. Il pourrait s'élever jusqu'à 6,9, d'après ce qui a été dit plus haut. Tout ceci pour l'oxyde de chrome hydraté. Avec l'oxyde anhydre, et surtout dans l'état produit avec incandescence (Berzélius), l'écart serait assurément plus grand, et la chaleur de neutralisation dès lors moindre. On s'explique par là la résistance plus grande aux acides de l'oxyde calciné; une même réaction étant d'autant plus difficile, toutes choses égales d'ailleurs, que l'énergie mise en jeu par les composants est moins considérable. Pour préciser davantage, il faudrait pouvoir dissoudre à froid l'oxyde de chrome calciné dans quelque réactif; ce que nous ne savons pas faire.

» 4. *Chlorure.* — J'ai procédé par double décomposition :

Alun de chrome ($500^{gr} = 12^{lit}$) + 4BaCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 8°,5 .... + 11^{Cal},43

» On tire de là [1] :

Cr^2O^3 précipité + 3HCl étendu, à 8°,4 .... + 18^{Cal},5

---

[1] État initial.. Cr^2O^3 précipité, KO étendue, 4BaO étendue, $4SO^3$ étendu, 4HCl étendu.

Premier cycle.	Cal	*Deuxième cycle.*	Cal
Cr^2O^3 pr. + $3SO^3$ étendu..	+23,46	4BaO dissous + $4SO^3$ ét...	+73,68 + γ
KO ét. + SO^3 ét., à 8°.....	+16,07	KO ét. + HCl ét., à 8°...	+14,16
4BaO ét. + 4HCl ét......	+15,40 + α	Cr^2O^3 pr. + 3HCl ét.....	x
Réaction............	+11,43		x + 87,84 + γ
	106,36 + α		$x = 18,52 + \alpha - \gamma$.

α est la variation de la chaleur de formation du chlorure de baryum dissous, entre 18° et 8°; γ la variation analogue pour le sulfate de baryte. Ces quantités ne peuvent être calculées, faute de connaître la chaleur spécifique de l'eau de baryte; mais la différence $\alpha - \gamma$ en est indépendante; elle égale sensiblement $-0,01(t-18)$, d'après les chaleurs spécifiques connues : soit + 0,1 entre 18° et 8°, ce qui porte x à 18,6.

soit pour la saturation de HCl étendu : + 6,2; chaleur qui se rapporte à l'oxyde de chrome pris sous l'état même où la potasse l'a précipité dans l'expérience précédente. M. Thomsen, à l'aide de la même réaction à 18°, a trouvé pour la saturation de HCl : + 6,9.

» Ces chiffres varient, comme il a été dit, suivant les états de l'oxyde.

» 5. Voici maintenant quelques données auxiliaires :

1° L'action d'un grand excès d'acide sulfurique sur l'alun de chrome

Alun ($500^{gr} = 12^{lit}$) + $30SO^4H$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 6°........ + 0,95

» L'acide sulfurique dégage donc de la chaleur en agissant sur l'alun de chrome. Avec le sulfate de chrome pur, la chaleur dégagée devrait être accrue de la chaleur absorbée dans l'action de l'acide sur le sulfate de potasse, soit — 2,0 environ; ce qui porterait vers + 3,0 la chaleur dégagée. Sous ce rapport, le sulfate de chrome s'écarte donc des sulfates alcalins pour se rapprocher du sulfate ferrique $Fe^2O^3, 3SO^3$, lequel dégage + 1,4 par l'action de $3SO^4H$ étendu, d'après mes mesures. En d'autres termes, nous avons affaire à des bases faibles, dont les sels sont en partie dissociés par l'eau et dont l'état de combinaison se complète sous l'influence d'un excès d'acide (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 157).

» 2° L'action propre d'un grand excès d'acide chlorhydrique sur le chlorure de chrome étendu est négligeable, c'est-à-dire qu'elle dégage sensiblement la même quantité de chaleur que la simple dilution de l'acide.

» 3° L'addition du chlorure stanneux acide (SnCl, HCl) étendu à la solution acide et étendue du chlorure chromique ($Cr^2Cl^3, nHCl$) dégage sensiblement la même quantité de chaleur que la simple dilution du chlorure stanneux.

» 4° Il en est de même de l'addition du chlorure stannique en solution étendue à la liqueur précédente. Donc, il n'y a pas d'action notable entre le chlorure chromique et l'acide chlorhydrique étendus, ou les deux chlorures d'étain étendus. Dans les réactions où ces corps interviennent, il suffit de faire entrer dans le calcul leurs chaleurs de dilutions propres.

» 6. *Réduction de l'acide chromique.* — J'ai opéré sur trois composés définis : le chromate neutre de potasse, le bichromate de potasse, corps cristallisés et faciles à obtenir très purs, enfin l'acide chlorochromique, purifié par des rectifications à point fixe. J'ai étudié l'effet thermique des agents réducteurs, tels que les acides iodhydrique, sulfhydrique, sulfureux, chorure stanneux : toujours en présence d'un notable excès d'acide.

» J'ai dû écarter les expériences relatives à l'acide sulfureux, qui fournit

toujours une dose notable d'acide hyposulfurique, et à l'acide sulfhydrique, qui engendre des composés intermédiaires mal connus. L'acide chlorochromique a été aussi écarté, à cause d'une trace de chlore libre.

» On a tenu compte dans toutes ces évaluations des chaleurs spécifiques.

» *Acide iodhydrique :*

Cr^2O^7K ($147^{gr} = 4^{lit}$) + 8 HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) + 8 KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 8°,
dégage .... +76,91 (2 exp. concord.)

» L'action dure dix minutes environ. On tire de là (¹)

Cr^2O^3 précipité (²) + O^3 + eau = 2 CrO^3 étendu .... + 5^{Cal},2

» *Chlorure stanneux.* — 1° Chromate neutre :

$Cr^2O^8K^2$ ($194^{gr} = 4^{lit}$) + 6 HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) + 8 SnCl, HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$),
dégage .... +119,9 (2 exp. concord.)

» On tire de là (³)

Cr^2O^3 précipité (²) + O^3 + eau = 2 CrO^3 étendu .... + 5^{Cal},5

» 2° Bichromate :

Cr^2O^7K ($147^{gr} = 4^{lit}$) + 6 HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) + 8 SnCl, HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$),
dégage .... +118,1 (2 exp. concord.)

(¹) État initial : Cr^2O^3 + O^3 + H^3 + I^3 + KO ét. + 7 HCl ét. + 5 KI ét.
État final : Cr^2Cl^3 ét. + 4 KCl ét. + 3 HO + I^3 diss. dans 5 KI ét. + 7 HO.

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
Cr^2O^3 pr. + O^3 + eau = Cr^2O^6 ét.	x	Cr^2O^3 précipité + 3 HCl étendu..	+ 18,5
Cr^2O^6 ét. + KO ét., à 8°	+ 13,6	KO étendue + HCl étendu, à 8°.	+ 14,1
3 (H + I) + eau — 3 HI étendu..	+ 39,6	3 (H + O) = 3 HO	+103,5
3 (HI étendu + KO étendue)....	A	3 (HCl étendu + KO étendue)...	A
Réaction	+ 76,9	5 KI dissous + I^3............	— 1,2
	A + x + 130,1		A + 135,3

(²) L'oxyde de chrome est envisagé ici dans l'état où il est précipité de l'alun par un poids équivalent de potasse.

(³) État initial : Cr^2O^3 + O^3 + H^3 + Cl^3 + 2 KO ét. + 2 HCl ét. + 3 (SnCl, HCl) ét.
État final : Cr^2Cl^3 ét. + 2 KCl ét. + 3 HO + 3 $SnCl^2$ + 5 HO.

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
Cr^2O^3 précipité + eau = Cr^2O^6 ét.	x	Cr^2O^3 précipité + 3 HCl étendu..	+ 18,5
Cr^2O^6 étendu + 2 KO étendue..	+ 25,4	2 KO étendue + 2 HCl étendu...	+ 28,2
3 (H + Cl) + eau = 3 HCl ét...	+117,9	3 (SnCl, HCl) étendu + Cl^3	+115,5
Réaction	+116,9	3 (H + O) = 3 HO	+103,5
	x +260,2		+265,7

» On tire de là ([1])

$$Cr^2O^3\,(^2)\text{ précipité} + O^3 + \text{eau} = 2CrO^3\text{ étendu} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +5^{Cal},1$$

» La moyenne générale des valeurs : + 5,2; + 5,5; + 5,1 est + 5,3 : chiffre aussi exact qu'on peut l'espérer dans des déterminations indirectes fondées sur la différence de très grands nombres.

» 7. J'ai adopté dans ces calculs la chaleur de chloruration du chlorure stanneux + 38,5 (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 331). Il est nécessaire d'employer un excès notable d'acide chlorhydrique, si l'on veut amener une réduction totale et une transformation bien définie du chlorure stanneux ; ainsi que je l'ai établi il y a quelques années (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 328), en rectifiant diverses expériences de M. Thomsen sur les agents d'oxydation et de chloruration, expériences dans lesquelles il n'avait pas tenu compte suffisamment des actions secondaires. Il a dû arriver quelque chose d'analogue pour l'acide chromique; car le savant auteur indique pour la réduction de cet acide par le chlorure stanneux (*Pogg. Ann.*, CLI, 210): + 109,78; tandis que mes expériences donnent (en tenant compte de la substitution de l'acide chlorhydrique à l'acide chromique dans le chromate) : + 114,5 avec le chromate neutre; + 114,7 avec le bichromate. L'expérience thermique est trop facile d'ailleurs pour comporter de telles erreurs, qui s'élèvent à près de 5 pour 100. Mais il n'en serait pas de même si le chlorure stanneux était un peu altéré, ou s'il avait agi incomplètement, ou si le dosage de l'acide chromique laissait à désirer. L'emploi que j'ai fait de sels cristallisés, tels que les chromates, en présence d'un excès de chlorure stanneux et d'acide, ne laisse pas place à ces doutes.

» La chaleur même d'oxydation de l'oxyde de chrome avait été donnée par M. Thomsen d'abord égale à + 6,2, par suite d'erreurs compensées, puis + 9,4 ; les calculs étant établis d'après ses propres données sur la chaleur

([1]) État initial : $Cr^2O^3 + O^3 + H^3 + Cl^3 + KO$ ét. + HCl ét. + $3(SnCl, HCl)$ ét.
État final : Cr^2Cl^3 ét. + KCl ét. + $3HO + 3SnCl^2 + 4HO$.

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
Cr^2O^3 précipité + eau = Cr^2O^6 ét.	x	Cr^2O^3 précipité + $3HCl$ étendu .	+ 18,5
Cr^2O^6 étendu + KO étendue....	+ 13,6	KO étendu + HCl étendu	+ 14,1
$3(H + Cl)$ + eau = $3HCl$ ét....	+ 117,9	$3(SnCl, HCl)$ étendu + Cl^3.....	+ 115,5
Réaction	+ 115,2	$3(H + O) = 3HO$............	+ 103,5
	x + 246,5		+ 251,6

de formation de l'eau, du chlorure stannique, sur la neutralisation de l'oxyde de chrome, etc., lesquelles diffèrent un peu des miennes.

» 8. J'adopterai en définitive la valeur + 5,3, comme la plus approchée.

Acide chromique.	Cr^2O^3 précipité + O^3 = 2 CrO^3 cristallisé	+ 3,1
Chromate de potasse.	Cr^2O^3 précipité + O^3 + 2 KO ét. = 2 CrO^4K étendu, à 8°	+ 30,7
	Cr^2O^3 précipité + O^3 + 2 KO ét. = 2 CrO^4K solide	+ 35,9
	Cr^2O^3 précipité + O^3 + 2 KO sol. = 2 CrO^4K solide	+ 50,9
Bichromate de potasse.	Cr^2O^3 précipité + O^3 + KO ét. = Cr^2O^7K étendu, à 8°	+ 18,9
	Cr^2O^3 précipité + O^3 + KO ét. = Cr^2O^7K solide	+ 27,4
	Cr^2O^3 précipité + O^3 + KO sol. = Cr^2O^7K solide	+ 56,5
Bichromate d'ammoniaque.	Cr^2O^3 précipité + O^3 + AzH^3 ét. + HO liq. = $Cr^2O^7AzH^3$ ét., à 12°	+ 17,3
	Cr^2O^3 précipité + O^3 + AzH^3 ét. + HO liq. = $Cr^2O^7AzH^3$ crist	+ 23,5

» 9. Soit une oxydation dégageant par chaque équivalent d'oxygène (8^{gr}) entré en réaction : A^{Cal}; les produits demeurant les mêmes.

» La même oxydation effectuée :

» 1° Au moyen de l'*acide chromique dissous*, avec formation d'oxyde de chrome précipité, dégagera : A − 1,8;

» 2° Au moyen de l'*acide chromique cristallisé* : A − 1,1, valeur fort voisine de l'oxygène libre;

» 3° Au moyen du *bichromate de potasse dissous*, cédant O^3 avec mise en liberté de KO étendue : A − 6,3;

» 4° Au moyen du *bichromate de potasse dissous*, cédant O^3, avec formation de sulfate de potasse et de sulfate de chrome, en présence d'un grand excès d'acide sulfurique dilué : A + 7,1; avec formation de chlorure de potassium et de chlorure chromique : A + 5,1. L'excès sur l'oxygène libre est dû à l'union de l'acide et de l'oxyde de chrome.

» 5° Au moyen du *bichromate cristallisé*, cédant O^3 et oxydant le *carbone* et le *soufre*, avec formation d'oxyde de chrome et d'un sel de potasse, tel que le carbonate de potasse et le sulfate de potasse, il convient de tenir compte de la chaleur de formation propre de ces derniers sels (solides).

$Cr^2O^7K + S = Cr^2O^3 + SO^4K$, dégagerait........ + 66,0; soit + 22,0 pour O.

$Cr^2O^7K + 1\frac{1}{2}C = Cr^2O^3 + CO^3K + \frac{1}{2}CO^2$........ + 57,3; soit + 19,1 pour O.

» Les chiffres réels devraient être accrus de la chaleur Q dégagée par la transformation de l'oxyde de chrome précipité en oxyde calciné.

» 10. *La décomposition explosive du bichromate d'ammoniaque :*

$$Cr^2O^7, AzH^4 = Cr^2O^3 + Az + 4HO\text{gaz}, \text{ dégagerait } + 39^{Cal} + Q.$$

» D'après les chaleurs spécifiques connues des produits, cette quantité de chaleur les porterait à une température voisine de $1150^{\circ} + \frac{Q}{34}$; ce qui explique le caractère explosif de la réaction et l'incandescence. Elles résultent essentiellement de la combustion interne, effectuée entre l'ammoniaque et l'acide chromique. La réaction directe de ces deux corps, en l'absence de l'eau, dégagerait près du double :

$$2\,CrO^3 \text{ solide} + AzH^3 \text{ gaz} = Cr^2O^3 + 3HO \text{ gaz} : + 73^{Cal},3 + Q. »$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La pluie dans l'isthme de Panama.* Note de M. DE LESSEPS.

« M. John Stiven, directeur de la Compagnie du gaz à Panama, vient de publier un Tableau récapitulatif des observations de pluies qu'il a suivies dans cette ville avec beaucoup de soin, pendant les quatre années de 1879 à 1882. Voici ce Tableau, où les hauteurs de pluie sont indiquées avec le mètre pour unité :

	1879.	1880.	1881.	1882.
	m	m	m	m
Janvier	0,001	0,048	0,004	0,0
Février	0,064	0,003	0,004	0,003
Mars	0,145	0,004	0,009	0,0
Avril	0,141	0,041	0,082	0,025
Mai	0,261	0,113	0,263	0,133
Juin	0,164	0,127	0,350	0,157
Juillet	0,201	0,251	0,183	0,136
Août	0,184	0,291	0,114	0,103
Septembre	0,229	0,201	0,227	0,103
Octobre	0,249	0,300	0,246	0,170
Novembre	0,488	0,164	0,247	0,277
Décembre	0,025	0,140	0,063	0,051
Totaux	2,152	1,683	1,792	1,158

» Comme on le voit, l'année 1879 a été extraordinairement pluvieuse, ou, plus exactement, c'est le mois de novembre surtout qui l'a été.

» La lecture de ce Tableau conduit à quelques remarques intéressantes.

» La saison des pluies, dans l'isthme, dure à peu près six mois, de mai à novembre sauf une interruption de quelques semaines à la fin de juin et au commencement de juillet. Cette abondance des pluies pendant une sai-

son qui, astronomiquement parlant, est l'été, comme dans nos climats, s'explique par la marche de la nappe d'air ascendante qui accompagne la courbe des maxima de température journalière, dans son mouvement oscillatoire annuel de chaque côté de l'équateur thermique. Le mouvement de cette courbe est, à son tour, intimement lié au mouvement annuel du Soleil de chaque côté de l'équateur géographique.

» Comme le Soleil passe au zénith de l'isthme, à l'heure de midi, deux fois par an, aux dates du 13 avril et du 29 août, la nappe ascendante couvre l'isthme du commencement de mai à la fin de juin et de la fin de juillet au commencement de décembre.

» Ces deux intervalles, dont l'ensemble va du commencement de mai au commencement de décembre, constituent à eux deux la saison des pluies, ou hivernage (*invierno*), qui est ordinairement interrompu par le petit été de Saint-Jean (*veranito*), ayant une durée de quelques semaines à partir de la fin de juin. Le restant de l'année constitue la saison sèche ou été (*verano*).

» Pendant la saison sèche, la nappe ascendante est tout entière au sud de l'isthme de Panama; pendant le petit été de Saint-Jean, qui, quelquefois, est à peine sensible, elle est tout entière au nord de l'isthme.

» Au nord de la nappe ascendante, règne l'alizé de l'hémisphère boréal, qui, sur l'isthme, affecte en général la direction du nord-est. Au sud de cette même nappe, règne l'alizé de l'hémisphère austral, qui, sur l'isthme, affecte en général la direction du sud. Dans l'intérieur de cette nappe, à la surface du sol, le vent est faible et indécis. C'est alors pour l'isthme la période des calmes, le règne des petites brises venant tantôt de la terre, tantôt de la mer, suivant l'heure du jour.

» Ces points de la Météorologie générale du globe vont nous servir à expliquer les particularités du régime des pluies dans la région qui nous intéresse.

» Et d'abord, on comprend que, pendant que la nappe ascendante est sur l'isthme, règne la saison des pluies, car les alizés, qui sont des vents bas rasant la surface des océans, accumulent dans cette nappe des amas de vapeur, qui, en s'élevant, trouvent dans les hautes régions de l'atmosphère des températures de plus en plus basses et s'y condensent, produisant ainsi cette voûte de nuages perpétuels, qui entoure la terre comme d'un anneau obscur, appelée par nos marins *Pot-au-Noir*, par les marins anglais et américains *Cloud-Ring* (anneau de nuages), et d'où s'échappent constamment, pendant la saison des pluies, les averses des régions intertropicales.

» En outre, à proximité de l'isthme, passe dans la mer des Antilles le

courant équatorial qui, plus loin, au sortir du canal de la Floride, prend le nom de *Gulf-Stream*. Les eaux de ce courant, qui vient de l'équateur, sont évidemment, d'une façon relative, toujours chaudes, et par conséquent l'air qui passe au-dessus se charge d'une grande quantité de vapeur d'eau; arrivant sur l'isthme avec la faible vitesse que le vent a constamment dans la nappe ascendante, c'est-à-dire pendant la saison des pluies, il est forcé de s'élever, puisqu'il pénètre dans cette nappe, et d'ailleurs le relief marqué du sol, par suite de la présence de l'arête longitudinale de la Cordillère, lui imprime cette même direction ascendante; en s'élevant, il se dilate et alors se refroidit; de là, une cause particulière d'abondance de pluies, au moins sur le versant de l'Atlantique.

» Cette cause n'existe pas sur le versant du Pacifique, parce que le courant général de cet océan, le long de la côte de l'isthme, est de sens inverse à celui du courant de la mer des Antilles; ce courant vient au contraire du Nord, et par conséquent ses eaux sont moins chaudes et fournissent moins de vapeur à l'air qui en rase la surface.

» Ceci explique évidemment pourquoi il pleut plus à Colon qu'à Panama, et pourquoi, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte de l'Atlantique, la quantité de pluie va en diminuant. Ainsi, dans l'île Naos, qui est située dans la baie de Panama et où la Compagnie du Canal a installé une station météorologique, les quantités de pluies recueillies sont encore moindres qu'à Panama.

» Les chiffres du Tableau précédent, comparés à ceux que la Compagnie a obtenus dans ses observatoires de Colon, de l'île Naos et de l'intérieur de l'isthme, prouvent ces faits d'une façon qui paraît absolument irréfutable.

» Un autre fait qu'on remarque aussi, c'est que l'augmentation des pluies, d'un versant à l'autre, est surtout marquée pendant les quatre ou cinq mois de la seconde période de la saison des pluies, et ceci s'explique par suite de cette circonstance, que pendant la première période, qui est à peine de deux mois, mai et juin, les vents du Sud se font plus sentir que pendant la seconde période, ce qui revient à dire que les vents du Nord apparaissent davantage dans cette dernière période; comme d'ailleurs ceux-ci, quand ils sont faibles, ainsi qu'ils le sont toujours pendant la saison des pluies, amènent beaucoup plus d'eau sur l'isthme que les vents du Sud, et aussi plus sur le versant de l'Atlantique que sur celui du Pacifique, comme en outre ils arrivent surtout en novembre, tout en étant encore modérés, c'est dans la seconde période, et principalement dans ce mois, que les différences sont marquées. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Sur les outils en bronze employés par les mineurs du Pérou.* Note de M. **Boussingault.**

« A l'époque de la conquête, le Pérou s'étendait depuis le 2e degré de latitude nord jusqu'au 37e degré de latitude sud : de Quito à Cusco. Une route, dont les restes attestent l'importance, traversait, sur un parcours de 1800 milles, des montagnes d'un accès difficile, souvent couvertes de neiges, sillonnées par des torrents portant ces singuliers ponts suspendus qui oscillent comme des hamacs.

» Cette longue bande de terrain, pavée de dalles, avait une largeur excédant rarement 6m à 7m. C'était la route que parcouraient avec une étonnante vitesse les piétons, les *chasquis*, chargés du transport des dépêches, les *quipu* du gouvernement péruvien : c'était la voie que suivait l'armée des Incas.

» Ces communications étaient entretenues avec des matériaux qu'on exploitait dans la Cordillère. C'est dans une ancienne carrière des environs de Quito et parmi des déblais de trachyte que j'ai trouvé un ciseau.

» Au Pérou, les armes étaient des arcs avec leurs flèches, une sorte d'épée courte, une hache de combat et la lance. Les flèches, les lances se terminaient quelquefois par une pointe de métal.

» Les outils étaient en pierre, plus fréquemment en cuivre combiné à de l'étain pour le rendre plus résistant, mais n'acquérant pas par cet alliage, quoi qu'on ait dit, une dureté comparable à celle de l'acier, n'atteignant même pas celle du fer, ainsi que je m'en suis assuré.

» Le ciseau trouvé à Quito avait évidemment servi à l'exploitation du trachyte; sa surface était fruste, il pesait 198gr. Son tranchant était édenté, la tête avait été refoulée par le choc d'un marteau; sa densité était 8,83, à très peu près celle du cuivre fondu. M. Damour, à ma prière, a bien voulu en faire l'analyse; il a trouvé :

Cuivre	95,0
Étain	4,5
Plomb	0,2
Fer	0,3
Argent	traces
	100,0

» Ce bronze a une dureté qui n'est pas sensiblement supérieure à celle du cuivre, et si l'on a pu l'employer pour attaquer un trachyte, c'est que,

on le sait, une roche pourvue de l'eau de carrière ne résiste pas, comme il arrive quand elle l'a perdue par une exposition à l'air.

» C'est par l'amoindrissement de la dureté, occasionné par cette eau de carrière, qu'on peut expliquer l'exécution des monuments en granite observés au Pérou par La Condamine, et sur lesquels se voyaient des mufles d'animaux dont les narines percées portaient des anneaux mobiles de la même roche, taillés à l'aide d'instruments en bronze maniés avec la patience, la dextérité que possède la race indienne.

» Humboldt rapporta en Europe un ciseau en métal trouvé dans une mine d'argent ouverte par les Incas, à peu de distance de Cusco, et contenant, d'après Vauquelin :

Cuivre	94
Étain	6
	100

» Il est curieux que deux de nos plus éminents analystes aient constaté, l'un au commencement, l'autre à la fin de notre siècle, l'identité de composition d'outils de mineurs provenant des deux extrémités de l'ancien empire du Pérou ».

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille;* par M. E. Stephan.

Numéros d'ordre.	Position moyenne pour 1880,0. Acension droite.	Position moyenne pour 1880,0. Distance pôl. nord.	Époque de l'observation.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″		
1..	0. 1.38,33	55.18.20,1	1881,8	Petit noyau de 13e à 14e grandeur entouré d'une très faible et petite nébulosité.
2..	0. 2.31,09	53.13.14,9	1881,8	Très faible; très petite; un peu irrégulièrement ovale de SE à NO; enveloppe deux très petites étoiles.
3..	0. 5.39,12	96.15.19,8	1881,8	Faible; petite; ronde; condensation centrale et point brillant central.
4..	0. 9.49,94	90.58.16,7	1882,8	Excessivement excess. faible; très petite; ronde; légèrement condensée vers le centre.
5..	0.25. 0,06	59.52.17,5	1882,8	Très faible; petite; ronde; condensation graduelle centrale.
6..	0.39.35,53	60.41.54,5	1881,8	Faible; excessivement petite; ronde; condensation graduelle centrale; Précédée de 6^s par une étoile 10e.
7..	0.51.33,14	60.13.14,3	1882,8	Excessivement faible et petite; ronde; condensation centrale.
8..	0.54. 5,47	59.58.42,4	1882,8	Très faible; très petite; irrégulière; point brillant central.
9..	0.54.44,58	99.50. 3,5	1881,8	Faible; irrégulièrement arrondie; modérément étendue; un peu de condensation centrale; un point assez distinct près du centre; semble résoluble.
10..	0.56.50,78	68.18. 3,3	1881,8	Excessivement faible et petite; ronde; enveloppe une très petite étoile; précédée de 1^s par étoile 14e.
11..	1. 9.25,84	57.32.40,2	1881,9	Très faible; très petite; ronde; très peu de cond. centrale; enveloppe plusieurs très petits points.

Numéros d'ordre.	POSITION MOYENNE POUR 1880,0. Ascension droite.	Distance polaire.	Époque de l'observation.	DESCRIPTION SOMMAIRE.
	h m s	° ′ ″		
12..	1. 9.31,33	57.34. 6,9	1881,9	Très faible; très petite; ronde; très peu de condensation.
13..	1. 9.35,93	57.36. 4,3	1881,9	Très faible; très petite; ronde; enveloppe un ou deux petits points brillants.
14..	1.16.14,74	91.30. 0,1	1882,6	Excessivem. excess. faible; assez petite; ronde; très peu de cond., semble résoluble.
15..	1.23.49,70	49.21.45,8	1881,8	Très faible; très petite; ronde; graduellement condensée vers le centre.
16..	1.28.17,62	69.11.48,6	1881,8	Excessivem. excess. faible; modérément étendue; ronde; diam. = 45″ environ; très peu de condensation centrale; semble résoluble.
17..	1.26.26,34	102.58.28,6	1882,8	Très petit groupe d'étoiles un peu allongé de SSO à NNE et paraissant enveloppé d'une très légère nébulosité.
18..	1.28. 0,41	49.22. 3,0	1881,8	Très faible; excessivement petite; ronde; un point brillant central.
19..	1.45.56,61	73. 4.47,3	1882,9	Très petite étoile enveloppée par une nébulosité excess. faible et excess. petite.
20..	1.52.40,99	59.40.28,0	1882,8	Très faible; excessivement petite; irrégulièrement arrondie; condensation centrale; touche à ESE une petite étoile.
21..	2.31.38,17	55.53.53,6	1881,9	Excessivement faible et petite; irrégulièrement arrondie; condensation autour d'un point brillant central.
22..	2.34.26,77	95.57.16,3	1881,9	Assez faible; assez petite; irrégulièrement arrondie; condens. centrale.
23..	2.36.12,47	96. 4.50,3	1881,9	Excess. faible; irrég. arrondie; diam. = 45″ environ; paraît résoluble.
24..	2.37.22,74	90.12.22,1	1881,9	Excessivem. excess. faible; excess. petite; ronde; paraît envelopper plusieurs très petites étoiles.
25..	3.11.49,60	90.36.41,2	1882,0	Très faible; très petite; ronde; graduellement condensée vers le centre; paraît résoluble.
26..	3.21. 4,69	48.44.28,1	1882,0	Quelques petites étoiles enveloppées par une très légère et petite nébulosité.
27..	3.22.20,64	48.50.30,6	1882,0	Très petite étoile entourée d'une très faible et excess. petite nébulosité.
28..	3.46.19,22	96.42.29,0	1882,0	Très faible; très petite; ronde avec condensation centrale.
29..	4.25.42,01	94.50.51,0	1882,0	Très faible; très petite; ronde; très peu de condens. centrale; pas de point brillant.
30..	4.26. 6,33	94.43. 8,8	1882,0	Faible; petite; ronde; un peu de condens. centrale; pas de point brillant.
31..	4.27.15,44	94.25.39,8	1882,0	Très faible; très petite; ronde; graduellement condensée vers le centre; un très petit point brillant central.
32..	4.27.28,20	94.31.12,7	1882,0	Faible; très petite; ronde; condensation et point brillant central.
33..	4.39.45,46	92.18.14,5	1882,0	Faible; petite; ronde; un peu condensée vers le centre; semble résoluble.
34..	4.40. 4,78	92.17.45,1	1882,0	Plus faible que le n° 33, mais moins petite.
35..	4.41. 5,16	92.16.15,6	1882,0	Très faible; très petite; condensée au centre.
36..	9.14.56,59	94.25.59,9	1882,2	Excess. faible; très petite; ronde; condens. centrale et point brillant central.
37..	9.48.26,56	80. 9.43,4	1882,2	Excessivement faible; très petite; très près d'une petite étoile.
38..	10.15.33,97	50.48.59,0	1882,3	Excessivem. excess. faible; très petite; ronde; un peu de condens. centrale.
39..	10.38.36,09	82.46.18,7	1882,2	Excessivem. faible; assez étendue; ronde; très peu de condens.; semble résoluble.
40..	10.38.38,47	67.17.22,3	1882,2	Faible; modérément étendue; irrégulièrement arrondie; un peu de condensation; paraît résoluble.
41..	10.58. 6,92	61. 7.33,1	1882,3	Très faible; assez petite; ronde; peu de condens.; enveloppe plusieurs points très faibles.
42..	11. 9. 8,45	71.14. 8,7	1882,3	Assez belle; assez petite; ronde; condensation centrale.
43..	11.10.28,49	71.19.39,1	1882,3	Assez belle; assez petite; ronde; condensation centrale.
44..	11.10.36,52	71.17.35,0	1882,3	Belle; ronde; assez étendue; condensation graduelle centrale très forte.
45..	11.10.40,73	71.11.46,7	1882,3	Assez belle; ronde; condensation graduelle centrale assez forte.
46..	11.29.41,51	66.19.33,3	1882,3	Excessivem. excess. faible; petite; ronde; un peu de condens. centrale.

Numéros d'ordre.	POSITION MOYENNE POUR 1880,0. Ascension droite. h m s	Distance polaire. ° ′ ″	Époque de l'observation.	Description sommaire.
47..	11.30.28,17	66.20.40,4	1882,3	Excessivem. faible (moins que le n° 46); petite; ronde; condens. centrale.
48..	11.37.43,24	78.33. 2,5	1882,3	Excessivement faible; petite; ronde; très peu de condensation centrale.
49..	12.35.23,48	75.36.43,3	1881,4	Excessivem. excess. faible; petite; un peu allongée de SE à NO. entre deux très petites étoiles.
50..	13.36.12,90	59.16. 5,6	1881,4	Excessivement faible; très petite; ronde; légère condensation graduelle centrale avec un très petit point brillant.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.	°	Ascension droite. h m s	Distance polaire. ° ′ ″	Autorité.
1.......	22 Weisse (n. c.) H. O.	9	0. 3.26,31	55.21.36,1	Cat. W.
2.......	50 Weisse (n. c.) H. O.	8	0. 4.33,28	53.11.42,3	Cat. W.
3.......	47 Weisse (a. c.) H. O.	9	0. 4.36,75	96.20.21,9	Cat. W.
4.......	175 Lalande	8	0. 8.40,73	90.58. 8,7	Cat. L.
5.......	549 Weisse (n. c.) H. O.	9	0.23. 2,65	59.55.48,4	Cat. W.
6.......	923.924 Weisse (n. c.) H. O.	8	0.36.23,11	60.33.17,9	Cat. W.
7.......	1635 Lalande	8,5	0.51.27,36	60.19.41,8	Cat. L.
8.......	1362 Weisse (n. c.) H. O.	9	0.54.51,86	60. 0.30,0	Cat. W.
9.......	992 Weisse (a. c.) H. O.	8	0.57.49,77	99.46.28,6	Cat. W.
10.......	2012 Lalande	9	1. 2.30,97	68.15.39,4	Cat. L.
11.......	144 Weisse (n. c.) H. I.	7	1. 9.37,00	57.31. 2,5	Cat. W.
12.......	id.		»	»	
13.......	id.		»	»	
14.......	161 Weisse (a. c.) H. I.	8	1.12.28,08	91.29.16,8	Cat. W.
15.......	582 Weisse (n. c.) H. I.	9	1.28. 8,67	49.13. 4,4	Cat. W. (pos. em.)
16.......	796 Rumker	6,5	1.32. 2,86	69.12.46,4	Cat. R.
17.......	415 Weisse (a. c.) H. I.	7,8	1.25.41,62	102.52.36,4	Cat. W.
18.......	582 Weisse (n. c.) H. I.	9	1.28. 8,67	49.13. 4,4	Cat. W. (pos. em.)
19.......	1084 Weisse (n. c.) H. I.	9	1.48.13,77	73. 7.20,5	Cat. W.
20.......	1130 Weisse (n. c.) H. I.	8	1.50. 6,62	59.33.45,3	Cat. W.
21.......	650 Weisse (n. c.) H. II.	7	2.28.29,68	55.50.13,0	Cat. W.
22.......	566 Weisse (a. c.) H. II.	9	2.34. 8,42	96.11.38,0	Cat. W.
23.......	id.		»	»	»
24.......	547 Weisse (a. c.) H. II.	3,4	2.33.19,81	90.11.24,9	Cat. W.
25.......	232 Weisse (a. c.) H. III.	9	3.14.36,77	90.36.17,5	Cat. W.
26.......	379 Weisse (n. c.) H. III.	9	3.20. 3,19	48.44.48,5	Cat. W.
27.......	421 Weisse (n. c.) H. III.	9	3.22.19,49	48.53.28,0	Cat. W.
28.......	868 Weisse (a. c.) H. III.	9	3.46.14,11	96.36.13,0	Cat. W.
29.......	510 Weisse (a. c.) H. IV.	9	4.25.46,74	94.50.38,2	Cat. W.
30.......	516 Weisse (a. c.) H. IV.	8	4.26. 1,79	94.38.25,6	Cat. W.
31.......	461 Weisse (a. c.) H. IV.	9	4.23.26,32	94.28.16,5	Cat. W.
32.......	id.		»	»	»
33.......	731 Weisse (a. c.) H. IV.	9	4.34.53,68	92.10.59,6	Cat. W.
34.......	id.		»	»	»
35.......	id.		»	»	»
36.......	322 Weisse (a. c.) H. IX.	8,9	9.16.52,07	94.20.35,8	Cat. W.
37.......	890 Weisse (a. c.) H. IX.	9	9.42. 1,79	80. 5.13,1	Cat. W.
38.......	265 Weisse (n. c.) H. X.	8	10.14.57,47	50.55.15,3	Cat. W.
39.......	550 Weisse (a. c.) H. X.	9	10.32. 1,94	82.53.31,6	Cat. W.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		°	h m s	° ′ ″	
40.......	822 Weisse (n. c.) H. X.	9	10.41.49,85	67.16.33,1	Cat. W.
41.......	1222 Weisse (n. c.) H. X.	9	11. 2. 0,88	61. 4.21,4	Cat. W.
42.......	217 Weisse (n. c.) H. XI.	9	11.13. 6,93	71.14. 6,8	Cat. W.
43.......	id.		»	»	»
44.......	id.		»	»	»
45.......	id.		»	»	»
46.......	496 Weisse (n. c.) H. XI.	9	11.28. 5,41	66.27. 4,1	Cat. W.
47.......	id.		»	»	»
48.......	588 Weisse (a. c.) H. XI.	9	11.34.55,24	78.31.36,2	Cat. W.
49.......	526 Weisse (a. c.) H. XII.	9	12.32.58,25	75.33. 9,8	Cat. W.
50.......	670-671 Weisse (n. c.) H. XIII.	9	13.34.29,30	59.21. 6,5	Cat. W.

Remarques.

N°s 7 et 8. — Sont distinctes des nébuleuses indiquées aux n°s 176 et 177 du catalogue de J.-F.-W. Herschel.

N° 17. — Est distincte de 353 J.-F.-W. Herschel.

N° 20. — Est distincte de 469 J.-F.-W. Herschel et de 5205 Dreyer.

N°s 31 et 32. — Sont distinctes de 872 et 873 J.-F.-W. Herschel.

N° 39. — Probablement identique avec 5534 Dreyer.

N°s 42, 43. 44 et 45. — Sont identiques avec 2352, 2356, 2358 et 2359 J.-F.-W Herschel, mais les positions relatives données ici ne concordent pas avec celles du Catalogue.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Exhalation de l'azote à l'état de gaz, pendant la respiration des animaux.* Note de M. J. **Reiset.**

« J'ai publié [1], en 1863, mes *Recherches sur la respiration des animaux d'une ferme.* Dans ces expériences, j'ai suivi la méthode directe que nous avions adoptée, avec M. Regnault, pour notre grand travail *sur la respiration des animaux des diverses classes.*

» Les dimensions du nouvel appareil m'ont permis alors d'opérer sur des moutons adultes, sur des veaux, sur des animaux de l'espèce porcine, sur de grosses volailles de la ferme, dindons et oies; et j'ai pu établir quelles sont les variations de composition que ces divers animaux ont fait subir à l'air atmosphérique, dans un espace confiné.

» Mes expériences, sur les veaux et sur les moutons, ont montré que, chez ces *ruminants,* le phénomène de la respiration s'accomplit avec une exhalation d'azote et un dégagement considérable d'hydrogène protocarboné; la presque totalité de l'oxygène disparu se retrouve dans l'acide carbonique produit.

» Chez les animaux de l'espèce porcine, les produits de la respiration

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LXIX, p. 129.

sont très différents; on trouve peu ou point d'azote exhalé; la proportion d'hydrogène protocarboné devient presque nulle. Les résultats que nous avions obtenus avec les poules se trouvent confirmés en opérant sur les dindons et sur les oies : il y a eu exhalation d'azote; l'hydrogène libre et l'hydrogène protocarboné ont complètement disparu.

» Cherchant à confirmer la conclusion générale déduite de nos premières recherches, savoir que *les produits de la respiration dépendent bien plus de la nature des aliments que de l'espèce animale,* j'ai fait une étude comparative de la respiration des veaux élevés au pâturage et des veaux nourris au lait [1].

» J'ai trouvé que, chez les veaux ne buvant que du lait pur ou du lait caillé, la nature des produits gazeux de la perspiration se rapproche de ceux qui sont exhalés par les *carnivores.* La production de l'hydrogène protocarboné devient absolument nulle, mais *l'exhalation de l'azote est presque doublée.*

» Les résultats de ce long et persévérant travail ont été très vivement critiqués par M. Pettenkoffer. Pour en donner une idée, je cite quelques lignes de sa Note :

« Les expériences faites en Allemagne ne sont pas favorables aux idées émises par Regnault et Reiset :

» Plusieurs expérimentateurs s'accordent à trouver que tout l'azote de la nourriture, *ni plus ni moins,* est éliminé par les reins et l'intestin. Voit, auquel revient sans contestation le mérite principal pour ce qui concerne la solution de cette question, a montré plus récemment qu'un pigeon qui avait été nourri, pendant des mois, avec une proportion déterminée de pois, avait éliminé par les excréments, des reins et des intestins, tout l'azote de la nourriture, *ni plus ni moins.*

» De tels faits doivent être pris en considération et ne peuvent plus être passés sous silence.

» Il eût été du devoir de Reiset d'y conformer sa prétendue élimination d'azote. Au lieu de cela, il a exposé de nouveau son ancienne méthode, avec ses résultats connus, sans examiner les travaux allemands. »

» J'avais résolu de laisser sans réponse la Note de M. Pettenkoffer, lorsque j'ai reçu communication d'un travail important publié, à Vienne, par MM. Seegen et Nowak [2]; ce travail a pour titre : *Essais sur l'excrétion d'azote gazeux formé aux dépens des substances albuminoïdes transformées dans le corps.*

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXVI, p. 172.

(2) *Archives de Physiologie de Pflüger,* t. XIX. Bonn, 1879.

» Les auteurs discutent et critiquent la méthode expérimentale, indirecte, adoptée par MM. Pettenkoffer et Voit; ils signalent plusieurs causes d'erreurs graves et déclarent que l'*appareil de Pettenkoffer est tout à fait impropre à mettre en évidence la totalité des facteurs de l'échange des éléments à l'état gazeux*, et particulièrement l'*élimination de l'azote*.

» MM. Seegen et Nowak ont cherché à perfectionner nos méthodes : employant un appareil qui nous semble établi dans les meilleures conditions, ils ont entrepris une série d'expériences, dont les résultats ont été résumés par eux de la manière suivante :

« 1° Dans toutes nos recherches, il y a eu élimination d'azote gazeux du corps de l'animal; ce résultat démontre d'une manière indubitable que l'organisme animal peut éliminer sous forme de gaz une partie de l'azote devenu libre par suite de la transformation des substances albuminoïdes.

» 2° L'élimination de l'azote est, pour le même animal, et dans des limites assez étroites, proportionnelle à la durée de l'expérience et au poids de l'animal.

» 3° Dans nos expériences, les lapins ont fourni l'élimination d'azote la plus faible: elle varie entre 0gr,004 et 0gr,005 par heure et par kilogramme du poids de l'animal; pour les autres animaux, l'élimination d'azote varie entre 0gr,007 et 0gr,009 par heure et par kilogramme du poids de l'animal.

» 4° La proportion de l'azote total éliminé était assez forte dans certains essais. La quantité la plus forte que nous ayons obtenue (pour cinq lapins en quatre-vingt-dix-huit heures) était de 4gr,7.

Tableau des expériences faites sur la respiration, par MM. Seegen *et* Nowak.

Numéros de l'expérience.	Durée de l'expérience en heures.	Animaux soumis à l'expérience.	Poids de l'animal en grammes.	Azote éliminé par heure et par kilogramme du poids de l'animal en grammes.	Azote total éliminé en grammes.
I......	15	1 lapin.	2010	0,0058	0,176
II.....	36	Le même animal.	»	0,0064	0,465
III....	29	1 coq.	1950	0,009	0,525
IV.....	23	1 coq.	1800	0,007	0,288
V......	16	4 pigeons.	1500	0,0077	0,187
VI.....	55	Les mêmes animaux.	»	0,007	0,583
VII....	72	2 poules.	2011	0,007	1,004
VIII....	12	1 chien	4100	0,008	0,396
IX.....	17	Le même animal.	»	0,008	0,551
X.....	24	»	»	0,0081	0,804
XI.....	60	»	»	0,0081	1,997
XII....	40	4 lapins.	7900	0,005	1,595
XIII....	18	»	»	0,0043	0,628

Numéros de l'expérience.	Durée de l'expérience en heures.	Animaux soumis à l'expérience.	Poids de l'animal en grammes.	Azote éliminé par heure et par kilogramme du poids de l'animal en grammes.	Azote total éliminé en grammes.
XIV....	25	1 poule.	1520	0,009	0,351
XV	16	5 poules.	5500	0,0089	0,779
XVI....	62	1 chien.	4200	0,009	2,384
XVII...	60	4 poules.	4400	0,0084	2,200
XVIII..	72	3 poules.	3500	0,0087	2,197
XIX ...	46	8 pigeons.	3600	0,009	1,532
XX....	70	1 chien.	3500	0,0085	2,085
XXI...	60	»	»	0,0081	1,726
XXII...	56	1 lapin.	2050	0,004	0,435
XXIII..	60	1 poule.	1000	0,008	0,515
XXIV..	108	»	»	0,0083	1,995
XXV...	48	1 poule.	1350	0,008	0,527
XXVI..	43	3 pigeons.	1300	0,0077	0,432
XXVII .	96	1 lapin.	2200	0,0053	1,130
XXVIII.	110	1 lapin.	2800	0,006	1,896
XXIX..	32	1 chien.	6500	0,0076	1,585
XXX...	68	»	»	0,0063	2,868
XXXI..	98	5 lapins.	10400	0,0047	4,767
XXXII.	70	5 poules.	6000	0,0078	3,300

» Quant à l'expérience, dite *fondamentale*, qui consistait à nourrir un pigeon pendant plusieurs mois avec des pois, régulièrement analysés, elle semblerait bien ébranlée sur sa base. En effet, le bilan de l'azote, établi par M. Voit, se trouverait inexact. Ce chimiste avait fait les déterminations d'azote par combustion de la matière avec la chaux sodée. Mais voici que MM. Seegen et Nowak démontrent qu'on ne peut pas obtenir tout l'azote des substances *albuminoïdes* en opérant ainsi; ils ont déterminé l'azote dans un grand nombre de ces substances, soit à l'état d'ammoniaque, par la chaux sodée, soit volumétriquement par la combustion avec l'oxyde de cuivre. La différence des résultats obtenus, comparativement, par les deux modes opératoires, n'est pas la même pour tous les corps albuminoïdes, mais on peut admettre qu'elle est à peu près égale à 10 pour 100 de la proportion totale de l'azote. Pour la légumine, en particulier, MM. Seegen et Nowak ont trouvé 14,30 d'azote par la chaux sodée et 16,5 par l'oxyde de cuivre, soit une différence de 15 pour 100 de l'azote total.

» De pareilles déclarations devaient être nécessairement combattues et contredites : cependant plusieurs des adversaires ont fini par admettre,

avec Seegen et Nowak, que *le procédé de M. Dumas donne seul des résultats exacts et précis.*

» Cette dernière conclusion est trop absolue et ne peut être admise sans réserves. En ce qui concerne l'analyse des blés, je dois rappeler que, dans un Mémoire *sur la valeur des grains alimentaires* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIX, p. 35), j'ai dosé comparativement l'azote par les deux méthodes et j'ai signalé la concordance rigoureuse des résultats numériques obtenus.

» En résumé, nous considérons les critiques de MM. Pettenkoffer et Voit comme mal fondées et inadmissibles. La méthode indirecte a donné, entre leurs mains, des résultats incomplets ou inexacts; suivant MM. Seegen et Nowak, la célèbre expérience de M. Voit, qui devait prouver l'impossibilité d'une élimination d'azote, à l'état gazeux, démontrerait simplement que cette élimination a eu lieu.

» Il y aurait justice à revenir aux travaux de M. Boussingault, sacrifiés, ainsi que les nôtres, avec trop d'empressement (*Journal d'Agriculture pratique*, t. Ier, p. 118 et 119; 1876).

» Invoquant l'autorité de mon collaborateur, M. Regnault, et son souvenir qui m'est si cher, j'ai considéré comme un devoir de maintenir, devant l'Académie, la complète exactitude des conclusions de nos travaux, confirmée par les expériences, plus récentes, de MM. Seegen et Nowak. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'atténuation directe et rapide des cultures virulentes par l'action de la chaleur.* Note de M. **A. Chauveau.**

« Le présent travail a peut-être une grande importance pratique : je m'en expliquerai plus tard; pour le moment il ne vise qu'un point de la physiologie générale des virus, à l'étude duquel j'ai consacré un grand nombre d'expériences, faites sur le *Bacillus anthracis*, avec l'assistance intelligente et zélée de M. le Dr Jean Wosnessensky.

» Les recherches initiales de M. Toussaint, confirmées et expliquées par M. Pasteur, ont démontré que le chauffage du sang charbonneux est susceptible d'atténuer considérablement la virulence des *bacilli* qui y sont contenus; j'ai démontré ensuite que cette atténuation peut être graduée, à volonté pour ainsi dire, en variant les conditions du chauffage. Je vais prouver que ce chauffage, envisagé comme méthode d'atténuation quasi instantanée des virus, peut être appliqué aux liquides de culture artificielle avec beaucoup plus de succès encore qu'aux humeurs naturelles de l'éco-

nomie animale, humeurs dont le maniement est difficile et délicat, tandis que celui des cultures est aussi simple dans les procédés que certain dans les résultats. Voici comment je procède.

» J'ensemence du bouillon stérilisé avec du sang charbonneux frais. Les matras sont placés ensuite dans un thermostat, maintenu à la température $+42°$, $43°$, comme avec la méthode d'atténuation de M. Pasteur. Mais, au lieu de garder les matras pendant douze à treize jours dans le thermostat, on les en retire au bout de vingt heures environ, pour les soumettre, dans un autre thermostat, à la température $+47°$, pendant une heure, deux heures, trois heures, quatre heures, même davantage. L'opération est alors terminée; elle n'a pas détruit la vitalité des agents virulents de la culture; mais ceux-ci ont perdu plus ou moins de leur nocuité, suivant que le chauffage a été plus ou moins prolongé.

» Le premier temps de l'opération, séjour de vingt heures dans le thermostat chauffé à la température $+43°$, répond à la phase de prolifération du virus. Rien de particulier à dire sur la préparation des cultures. J'emploie du bouillon de poulet léger et très clair, dans lequel je laisse tomber une goutte de sang riche en bâtonnets charbonneux. Je préfère cette semence aux spores d'une culture antérieure, pour éviter le danger, sans doute chimérique, qui résulterait de la non-transformation de quelques-uns de ces agents très résistants. L'important, en effet, est d'obtenir, dans les cultures, les agents virulents sous une forme qui les laisse très accessibles à l'influence de la chaleur. Cette indication est parfaitement réalisée dans les conditions signalées. Le bouillon est bientôt rendu trouble par la formation d'un mycélium qui se fragmente en petits filaments ou courts bâtonnets, analogues aux *bacilli* du sang frais, sur lesquels le chauffage a une si grande prise.

» J'ai examiné ces éléments dans un assez grand nombre de cultures. Ils se montrent parfois tous d'une parfaite homogénéité de structure, sans traces de spores. Mais il arrive souvent que, en poursuivant les examens avec ténacité, on rencontre dans quelques filaments un ou plusieurs corpuscules réfringents, parfaitement sphériques, un peu flous et plus petits que les vraies spores des cultures ordinaires. Dans certains cas même, ces semblants de spores se montrent en très grand nombre; la majeure partie des filaments ou bâtonnets en présentent à leur intérieur, et alors la réfringence de ces corpuscules s'accentue; n'étaient les différences de forme et de volume, on ne les distinguerait pas des spores des cultures normales. Si M. Koch, en affirmant que la température $+43°$ n'empêche pas la for-

mation des spores, a entendu parler des éléments que je viens de décrire, il a avancé un fait dont l'exactitude ne peut être contestée.

» L'expérience m'a enseigné que la présence de ces spores rudimentaires n'entrave pas, au contraire, l'influence atténuante du chauffage à + 47°. Ce serait tout autre chose si c'étaient de vraies spores, douées de leurs propriétés physiologiques définitives. A l'exemple de M. Pasteur, je n'ai pas vu ces spores normales, aussi résistantes qu'infectieuses, se développer dans les cultures faites à la température + 42°, 43°. Elles n'y existent certainement jamais. La démonstration en est rigoureusement donnée par la série des expériences du présent travail, expériences dans lesquelles le chauffage à + 47°, suffisamment prolongé, n'a jamais laissé subsister la virulence première des cultures à + 42°, 43°.

» Il n'est pas absolument nécessaire que la phase de prolifération s'accomplisse à la température + 42°, 43°, pour produire des agents virulents aptes à subir l'influence atténuante du chauffage; j'ai vu des cultures exécutées à la température + 40°, 41° se comporter comme les précédentes. Mais c'est très aléatoire; malgré la courte durée de la culture, il peut s'y former quelques vraies spores très résistantes dont le chauffage à + 47° est impuissant à modifier les propriétés infectieuses. Il faut donc s'en tenir exclusivement au procédé classique. Du reste, quand les filaments ou bâtonnets du *Bacillus anthracis* se sont développés à la température + 42°, 43°, ils sont certainement plus impressionnables à l'action de la chaleur. Déjà même, la température + 43° est capable d'exercer un commencement d'atténuation très légère. Aussi, si l'on ne veut pas empiéter un peu sur le deuxième temps de l'opération, est-il bon de ne pas prolonger le premier temps outre mesure. J'ai indiqué le chiffre de vingt heures comme une durée moyenne, qui, par le fait, a été celle de la plupart de mes expériences. Mais ce chiffre peut être diminué, si le développement est extrêmement rapide, ce qui arrive parfois avec les cultures de sang, surtout quand la semence a été abondante. De même, si le développement est très lent, il faut bien se résoudre à augmenter la durée de ce premier temps, la doubler même au besoin. C'est le trouble marqué du liquide qui indique que l'opération est à point.

» Le deuxième temps, répondant à la phase d'atténuation, n'implique aucune manipulation délicate, comme le premier, du reste. Au sortir de l'étuve ou thermostat à + 43°, les matras sont placés dans le second appareil chauffant, après prélèvement d'une pipette de liquide destinée à l'essai de l'activité des cultures. Deux facteurs interviennent dans

l'atténuation que le chauffage imprime à ces cultures : le degré d'élévation de la température et la durée du temps d'exposition à cette température surélevée. Si la valeur du premier de ces facteurs diminue, celle du second doit s'accroître, et réciproquement. Il résulte de mes nombreuses expériences qu'un chauffage de trois heures à la température $+47^{\circ}$ suffit à transformer en agents inoffensifs pour le cobaye les filaments et bâtonnets de cultures primitivement très virulentes.

» Le chauffage ne modifie pas l'aspect extérieur des cultures; il y suspend, en effet, toute prolifération des filaments et bâtonnets; mais il ne s'oppose pas au développement des spores rudimentaires; le chauffage, au contraire, en favorise la multiplication ou les fait apparaître, quand elles ne préexistent pas.

» J'ai annoncé qu'avec cette méthode l'atténuation des cultures peut être graduée à volonté, en donnant au chauffage une durée proportionnelle au degré d'atténuation qu'on veut obtenir. C'est là un des points intéressants de mes recherches. Pour me renseigner avec exactitude et donner toute sûreté aux résultats de mes inoculations d'épreuve, j'ai toujours fait celles-ci sur le cobaye, en injectant sous la peau d'une cuisse une ou deux gouttes de liquide, suivant la taille des sujets. Dans ces conditions, si l'on essaye comparativement le même liquide de culture, supposé très actif, avant chauffage et après chauffage pendant une heure, deux heures, trois heures, quatre heures, voici ce qui arrive. Tous les cobayes inoculés avec le liquide non chauffé meurent rapidement, c'est-à-dire en quarante-huit heures environ, avec un œdème local considérable. Ceux qui ont reçu le liquide chauffé une heure périssent également presque tous; mais la mort arrive généralement moins vite que sur les premiers. Le liquide chauffé deux heures se montre beaucoup moins actif, car, parmi les animaux qui l'ont reçu sous la peau, les uns périssent tardivement, avec une faible infiltration locale; les autres, en nombre égal au moins, résistent et survivent. Quant au liquide chauffé trois heures, on ne le voit jamais tuer les cobayes adultes, ni même produire d'accident local sensible. A plus forte raison, en est-il de même avec les liquides chauffés pendant quatre heures et au delà. Et cependant, les agents virulents contenus dans ces liquides inoffensifs ont conservé leur faculté prolifique : point important qui mérite d'être traité à part.

» Les expériences que j'ai consacrées à cette étude comparative de l'influence de la durée du chauffage ont été extrêmement multipliées; il y a eu certainement de nombreuses variétés dans les résultats obtenus; mais il

ne s'est pas rencontré un seul cas où l'expérience n'ait présenté la marche générale qui vient d'être indiquée et n'ait témoigné dans le même sens. Les différences tiennent au degré de virulence initiale acquise par la culture pendant son développement à la température + 42°, 43°. Il arrive souvent que cette virulence est déjà gravement atteinte après une heure de chauffage à la température + 47°. Le résultat des inoculations est alors d'une simplicité caractéristique : les sujets inoculés avec le liquide non chauffé sont les seuls qui périssent, et ils périssent tous rapidement; tous les autres survivent à l'inoculation.

» D'après les expériences que j'ai pu faire, la virulence primitive serait en raison inverse, son atténuation en raison directe du nombre des spores rudimentaires qui altèrent l'homogénéité du protoplasme des filaments et des bâtonnets.

» Il est donc acquis que le chauffage est un excellent moyen d'atténuer quasi instantanément les cultures virulentes préparées dans certaines conditions. Si cette atténuation pouvait être considérée comme l'indice d'une transmutation spécifique, il ne faudrait pas hésiter à mettre la chaleur au nombre des plus importants agents capables d'imprimer au protoplasme en état d'évolution des déviations transformistes. »

MÉMOIRES LUS.

THÉRAPEUTIQUE. — *Contribution à l'étude de la réfrigération du corps humain dans les maladies hyperthermiques, et en particulier dans la fièvre typhoïde.* Note de M. **Dumontpallier**.

(Renvoi au Concours du prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon).

« En 1880, au mois de mars, devant l'Académie de Médecine, et, dans la même année, au mois d'août, au Congrès de Reims, j'ai fait connaître les résultats de mes expériences sur la réfrigération du corps humain au moyen d'un appareil spécial.

» Déjà convaincu, à cette époque, que l'hyperthermie dans les maladies n'est point seulement un symptôme, mais peut devenir un agent qui engendre des complications graves, un agent destructeur des humeurs et des tissus, je m'étais proposé d'abaisser la température d'une façon continue ou intermittente par un procédé dont l'action fût scientifiquement mesurable, à

chaque moment de l'expérience thérapeutique, et cela sans exposer le malade à aucun danger.

» En agissant ainsi, je voulais me tenir en garde contre les objections qui avaient été faites à la méthode de Brand.

» Depuis trois années, j'ai eu souvent l'occasion de faire usage de l'appareil réfrigérateur, dont j'ai donné la description à l'Académie de Médecine en 1880. Mes expériences ont été faites publiquement dans mon service, à l'hôpital de la Pitié, et je n'hésite pas à déclarer que l'appareil réfrigérateur m'a paru être le moyen le plus rapide, le plus certain pour obtenir à un degré voulu, toujours mesurable, l'abaissement de la température, et cela sans déterminer d'accidents graves chez les malades. La seule objection sérieuse qui puisse être faite à l'appareil, c'est qu'il réclame une attention intelligente de la part de ceux qui doivent en surveiller le fonctionnement. Son action est, je le répète, scientifiquement mesurable : on a donc dans la main un moyen puissant et sûr, à la condition de ne pas dépasser le but que l'on veut atteindre.

» Lorsque le malade est soumis à l'action réfrigérante de l'appareil, on constate, vingt à trente minutes après le commencement de l'expérience, que la *régulation thermique pathologique* est vaincue : la température baisse progressivement, régulièrement, de 1° à 1°,5 dans l'espace d'une heure à une heure trente minutes. Aussitôt que le malade se plaint du froid, on ferme les robinets ; alors la température peut baisser encore pendant dix à vingt minutes de quelques dixièmes de degré ; le plus souvent, après la fermeture des robinets, elle reste stationnaire pendant dix à vingt minutes. Puis la réascension de la température se produit progressivement dans un laps de temps égal à celui de la descente.

» On peut donc, dans la même journée, toutes les trois heures ou toutes les quatre heures, ouvrir les robinets de l'appareil et les maintenir ouverts pendant une heure et demie. On obtient ainsi dans la ligne thermique une série de descentes et de réascensions dont la résultante est une ligne thermique inférieure de plusieurs dixièmes au degré de la température au début de l'expérience. Il en résulte que la température vespérale peut rester inférieure à la température matinale ; et l'on ne tarde pas à constater, après l'usage régulier de l'appareil pendant plusieurs jours, que la température va en décroissant chaque jour le matin et le soir.

» Lorsque l'expérience est bien conduite, le malade accuse un bien-être à se trouver dans l'appareil. Sa fraîcheur lui est agréable, le pouls diminue de fréquence et de force tout en conservant le caractère du dicro-

tisme. La respiration est moins fréquente, la langue recouvre de l'humidité et une amélioration est manifeste dans l'état général du malade.

» Je présente à l'Académie sept Tableaux graphiques qui montrent la marche de la température de la fièvre typhoïde pendant vingt-quatre heures et pendant vingt-six jours;

» L'action de l'appareil réfrigérateur sur la courbe thermique de chaque jour et sur la régulation thermique pathologique;

» La courbe thermique pathologique comparée à la courbe thermique physiologique;

» Enfin trois Tableaux où sont inscrits les résultats de l'analyse des urines en rapport avec l'abaissement de la température pathologique.

» Ce sont là des faits d'expérimentation qui me paraissent avoir plus de valeur que de longues dissertations. De plus, dans le cours de mes nombreuses expériences, dont les résultats graphiques sont consignés dans plus de cent cinquante Tableaux, j'ai pris et j'ai fait prendre, par les élèves qui me prêtaient leur concours, les températures rectales *jour* et *nuit*, d'heure en heure, sur plusieurs sujets, les uns affectés de maladies diverses, les autres convalescents, les autres enfin dont le séjour à l'hôpital n'était motivé que par la fatigue ou le manque de ressources pour vivre.

» L'ensemble de ces recherches, dans des conditions si variées, m'a permis de remarquer que, d'une façon générale, chez l'homme en état de maladie, de convalescence ou de santé, les courbes thermiques des vingt heures sont sensiblement parallèles, c'est-à-dire que, dans l'état de santé ou de maladie, les courbes thermiques offrent leurs maxima et leurs minima aux mêmes heures. Le septième Tableau démontre le parallélisme de ces lignes thermiques, et il résulte de cette étude que, de 8^h du matin à 8^h du soir, la ligne thermique est régulièrement ascendante dans l'état de santé ou de maladie; que, de 8^h du soir à minuit, elle est descendante et tombe un peu au-dessous de l'abscisse du matin; tandis que, de minuit à 8^h du matin, elle est légèrement oblique ascendante pour regagner la ligne de l'abscisse de la température matinale de la veille.

» De cette observation découle l'enseignement pratique qu'il suffit d'agir avec l'appareil réfrigérateur, *de* 8^h *du matin à* 8^h *du soir*, pour soustraire le malade aux conséquences fâcheuses de l'hyperthermie, puisque l'hyperthermie est *surtout diurne*.

» Ces faits d'expérimentation ayant été constatés un grand nombre de fois dans les observations de fièvres typhoïdes, il était indiqué de rechercher si les déchets organiques et terreux, rejetés par les urines, étaient en

rapport avec le degré de température et si leur diminution était proportionnelle à l'abaissement expérimental de la température. J'entrepris donc ces nouvelles recherches avec le concours de l'interne en pharmacie de mon service, M. Maurice Robin. L'analyse des urines des vingt-quatre heures fut faite cinq, huit et douze jours sur plusieurs malades, soumis à l'action de l'appareil réfrigérateur pendant la période d'état de la fièvre typhoïde.

» Ci-joints se trouvent trois Tableaux où sont indiqués les jours de la maladie, les moyennes de la température rectale, les quantités d'urée, d'acide phosphorique, d'albumine, la quantité des urines rendues vers les vingt-quatre heures et leur densité. Ces analyses quantitatives et qualitatives montrent une diminution dans les déchets, diminution proportionnelle à l'abaissement de la température morbide.

» Ces résultats établis par le thermomètre et l'analyse chimique n'ont point besoin de commentaires : il suffit d'en affirmer l'exactitude pour que chacun puisse en tirer les conséquences.

» La présente Note est une étude expérimentale thérapeutique de la réfrigération dans les maladies hyperthermiques et en particulier dans la fièvre typhoïde. Elle m'autorise à conclure :

» 1° Que la méthode réfrigérante dans la fièvre typhoïde ne peut être jugée que par des recherches expérimentales et scientifiques;

» 2° Que cette méthode sagement conduite, non exclusive de tout autre traitement, peut offrir de grands avantages dans la thérapeutique.

» Certes, elle ne saurait prétendre à la guérison de tous les malades affectés de fièvre typhoïde, mais j'ai la ferme conviction qu'en modifiant l'hyperthermie et ses conséquences elle peut diminuer la mortalité dans une notable proportion. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches sur le partage des acides et des bases en dissolution, par la méthode de congélation des dissolvants.* Mémoire de M. **F.-M. Raoult.** (Extrait par l'auteur.)

(Commission déjà nommée : MM. Cahours, Berthelot, Debray.)

« La loi générale de congélation des dissolvants (*Comptes rendus*, 27 novembre 1882) présente, en ce qui concerne l'eau, un certain nombre d'a-

nomalies dont il est possible de tirer parti dans les études de Statique chimique. Je vais montrer comment on peut les mettre à profit, pour rechercher de quelle manière une base se partage entre deux acides, ou un acide entre deux bases.

» Proposons-nous, par exemple, de rechercher ce qui arrive lorsqu'on fait agir l'*acide chlorhydrique* sur l'*acétate de soude*, en quantités équivalentes, en présence de beaucoup d'eau. Des considérations purement chimiques nous apprennent que l'acide chlorhydrique décompose une partie de l'acétate de soude, mais elles ne disent pas s'il le décompose en entier. Si donc on désigne par x la fraction d'équivalent d'acide acétique mise en liberté dans le mélange, on peut exprimer la réaction, d'une manière générale, par la formule suivante :

$$\begin{aligned} & NaO, C^4H^3O^3 + HCl \\ & \quad = x(NaCl + HO, C^4H^3O^3) + (1-x)(NaO, C^4H^3O^3 + HCl). \end{aligned}$$

» Les abaissements du point de congélation des dissolutions des corps, qui figurent dans cette formule, sont :

2^{lit} d'eau + $1^{éq}$ ou $58^{gr},5$ de NaCl	$1^{o},748$
2 » + 1 ou 60 de $HO, C^4H^3O^3$	0,952
2 » + 1 ou 82 de $NaO, C^4H^3O^3$	1,580
2 » + 1 ou 36,5 de HCl	1,956
2 » + 1 d'acétate de soude et $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique	2,742

» Or, ce dernier abaissement du point de congélation, dû aux différents corps qui existent à l'état de mélange, dans 2^{lit} d'eau, est la somme des abaissements produits séparément par chacun de ces corps, lorsqu'il existe seul dans le même volume d'eau. On a donc

$$x(1,748 + 0,952) + (1-x)(1,580 + 1,956) = 2,742.$$

On tire de là

$$x = 0,95.$$

Donc, les $\frac{95}{100}$ de l'acide acétique sont mis en liberté par l'acide chlorhydrique ; en d'autres termes, $1^{éq}$ *d'acétate de soude est presque entièrement décomposé par* $1^{éq}$ *d'acide chlorhydrique, en présence de* 2^{lit} *d'eau*.

» Cette méthode, qu'il est facile de généraliser, réussit toujours très bien quand les corps mis en jeu suivent la loi de Blagden. Lorsqu'il n'en est pas ainsi, on peut encore arriver à d'excellents résultats en opérant avec des

dissolutions qui, sans cesser d'être très étendues, sont de concentration telle, que le rapport entre le nombre des molécules dissoutes et celui des molécules dissolvantes soit partout le même. Dans ces conditions, il y a beaucoup de chances pour que chacun des corps dissous conserve, dans les diverses dissolutions qui le renferment, la même constitution et, par conséquent, le même coefficient d'abaissement. Les résultats observés sont ensuite rapportés, par le calcul, à un poids constant de dissolvant, et introduits dans une équation analogue à celle qui précède.

» Parmi les résultats auxquels je suis arrivé par cette méthode, je citerai encore les suivants, qui se rapportent à des composés de différents types.

» $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique décompose entièrement $1^{éq}$ de cyanure de potassium, dans 4^{lit} d'eau.

» $2^{éq}$ d'acide azotique décomposent entièrement $1^{éq}$ de tartrate neutre de soude, dans 6^{lit} d'eau.

» $2^{éq}$ d'acide sulfurique décomposent complètement $1^{éq}$ de tartrate neutre de soude, dans 6^{lit} d'eau.

» $1^{éq}$ d'acide sulfurique décompose partiellement $1^{éq}$ de chlorure cuivrique, en s'emparant des $\frac{4}{5}$ de la base, dans 3^{lit} d'eau.

» $1^{éq}$ de soude décompose complètement $1^{éq}$ de chlorhydrate d'ammoniaque, dans 4^{lit} d'eau.

» $1^{éq}$ de soude décompose complètement $1^{éq}$ de chlorhydrate de triméthylamine, dans 4^{lit} d'eau.

» La plupart de ces résultats sont conformes à ceux que M. Berthelot a découverts, il y a déjà plusieurs années, par l'emploi des méthodes calorimétriques; les autres sont prévus par la théorie thermique de ce savant (*Mécanique chim.*, T. II, Liv. V). Cet accord prouve suffisamment l'exactitude de la méthode nouvelle, que je viens d'indiquer, et des principes sur lesquels elle repose. »

MM. Eug. Ferrero et H. Pelloux soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à la conductibilité des liquides.

(Commissaires : MM. Fizeau, Berthelot, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l' « Agenda du chimiste ». (Présenté par M. Wurtz.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les covariants et invariants de la forme binaire du cinquième ordre.* Seconde Note de **M. R. Perrin** (¹).

« Voici les expressions types des covariants, la forme primitive étant prise pour base (²) :

$$(13)\quad \begin{cases} P = px - q'y, \\ P' = p'x + (Jq + 6ss' - 6pt)y, \\ P'' = p''x + (6s'^2 - Kq)y, \\ P''' = p'''x - (6p''t + \frac{5}{3}pt'' - \frac{7}{3}s's'')y, \\ S' = s'x^2 - (u'' + st')xy + (uJt - ups - hs')y^2, \\ S'' = s''x^2 - 2(uK + pq + 15s't)xy + (pr + qq' - hs'')y^2, \\ T' = t'x^3 + (up + 3qs - 27t^2)x^2y + (uq' - 3ht')xy^2 \\ \qquad - (3u^2s' + hqs - 9ht^2)y^3, \\ T'' = t''x^3 + 3(qs' + 3Jt^2 - 3pst)x^2y + 3(rs' + Jh't - h'ps)xy^2 \\ \qquad + (2q^3 + 27t^4 - 9qst^2 - 9hqs')y^3, \\ Q = qx^4 + 4rx^3y - 6(ust + hq)x^2y^2 - 2(u^2t' + uu't + 2hr)xy^3 \\ \qquad - (u^3p + u^2qs - 12u^2t^2 - 2uhst - h^2q)y^4, \\ Q' = q'x^4 + 4hpx^3y - 6(uu'' + hq')x^2y^2 + \ldots, \\ U' = u'x^5 - 2(3ut + 5hs)x^4y + 2(uh' - 5ns)x^3y^2 + \ldots, \\ U'' = u''x^5 + [u(3ps - 5Jt) + 5(2hs' + 9st^2 - qs^2)]x^4y \\ \qquad - (u^2p' + 2uq's + 10hu'')x^3y^2 + \ldots, \\ H' = h'x^6 - 2(uq + 9ht)x^5y + 5(ur - 3hh')x^4y^2 + \ldots, \\ R = rx^7 - (3ust + 7hq)x^6y - (4u^2t' - uh's + 21hr)x^5y^2 + \ldots, \\ N = nx^9 + 2(u^2s - 9h^2)x^8y + (u^2u' - 36hn)x^7y^2 + \ldots . \end{cases}$$

» Voici enfin quelques-unes des syzygies les plus simples obtenues par la combinaison des syzygies (4), (6), (8) et (9) :

$$(14)\quad \begin{cases} (M + JL)t + p'''s' - Lps = 0, \\ (Kp - 4p''')t + Kss' - L(q + s^2) = 0, \\ Kh + (3Jt - 4ps)t - (q + s^2)s' = 0, \\ Lh - Kt^2 - (pt + ss')s' = 0, \\ 12s'^2 - 4p^2s - Jss' + 3Jpt + K(s^2 - 3q) = 0; \end{cases}$$

(¹) Voir séance du 19 février, page 479 de ce Volume.

(²) U, H, S, T ont été déjà donnés [formules (1) et (3)]. Pour les six derniers covariants, je me borne aux trois premiers coefficients, qui sont les plus intéressants.

$$
(15)\quad \left\{\begin{array}{ll}
rs + ht' - 3h't = 0, & u''s + hp' - h'p = 0,\\
st'' + 3s''t - s't' = 0, & 2ss'' + 3p't - pt' = 0,\\
us'' + h'p + 3q't = 0, & hs'' + stt' - h's' = 0,\\
up' - Jh' - 3q's - 3tt' = 0, & pr + 2hs'' - 3tu'' = 0.
\end{array}\right.
$$

» J'arrive à quelques applications des formules précédentes.

» I. *Calcul numérique des invariants et covariants.* — Étant données les valeurs numériques des coefficients a, b, c, ... de la forme générale, on calculera u, h, n, u', s d'après leurs expressions bien connues; les formules (2), (4), (6), (8) et (9) donneront alors successivement les valeurs numériques des quatorze autres péninvariants et des quatre invariants, et les formules (3) et (13) celles des covariants. Cet ensemble de formules remplace donc complètement, et avec grand avantage pour la rapidité des calculs, les Tables calculées par divers savants [1].

» II. *Calcul des invariants et covariants composés.* — 1° Soit, par exemple, à exprimer le hessien W du covariant N. La dernière des formules (13) permet d'écrire immédiatement

$$u^2 w = n \tfrac{1}{36}(u^2 u' - 36hn) - [\tfrac{2}{9}(u^2 s - 9h^2)]^2,$$

d'où, développant, ordonnant par rapport à u, remplaçant $(n^2 + 4h^3)$ et nu' au moyen de (2) et divisant par u^2, on a l'expression demandée

$$324\mathrm{W} = -\mathrm{U}^2(7\mathrm{S}^2 + 9\mathrm{Q}) + 270\mathrm{UHT} - 72\mathrm{H}^2\mathrm{S}.$$

» 2° Soit à exprimer en fonction de J, K, L le résultant de deux covariants droits W, W'. Il est permis de supposer y proportionnel au facteur commun à W et W'. Il suffit donc de poser $w = 0$, $w' = 0$ et d'éliminer sept quelconques des huit péninvariants droits entre ces deux équations et les six syzygies (6), (8) et (10); le huitième, en raison de l'homogénéité, disparaîtra comme facteur commun, et il restera une relation $f(\mathrm{J}, \mathrm{K}, \mathrm{L}) = 0$, dont le premier membre sera le résultant demandé.

» Si W, par exemple, est gauche, on posera $w^2 = 0$; on ramènera cette relation à ne plus contenir que des péninvariants droits, et on rentrera dans le cas précédent.

» S'il s'agit du discriminant de $\mathrm{W} = wx^p + w_1 x^{p-1} y + \ldots$, on supposera y proportionnel au facteur double; on posera donc $w = 0$, $w_1 = 0$, et on rentrera dans le cas précédent, etc.

---

[1] Ces Tables n'occupent pas moins de vingt-deux pages, pour le cinquième ordre seulement, à la fin de la *Théorie des formes binaires* de M. Faa de Bruno.

» III. *Expressions invariantives.* — M. Hermite a calculé les coefficients invariants de U quand on prend pour variables les covariants linéaires P et P′. Proposons-nous d'effectuer le même calcul en prenant pour variables les deux covariants *droits* P′, P‴.

» Celles des relations (11) qui donnent p'^2 et p''^2, multipliées par I^2 et combinées avec (12), donnent tout d'abord

$$(16)\quad \begin{cases} I^2 s = -L(M+JL)p^2 + (3KL - JM)pp''' - (JK + 9L)p'''^2, \\ I^2 s' = (3KL^2 - M^2)p^2 + (KM - 9L^2)pp''' - (M+JL)p'''^2. \end{cases}$$

» La première des relations (14) donne alors

$$(17)\qquad I^2 t = -L^2 p^3 + Mp^2 p''' - Kpp'''^2 + p'''^3,$$

et la troisième des relations (8) devient, tous calculs faits,

$$(18)\quad \begin{cases} I^4 u = (9L^4 + 2KL^2M - M^3)p^5 + 5(KM^2 - 6L^2M - K^2L^2)p^4 p''' \\ \qquad + 10(6KL^2 - 3M^2 - JLM)p^3 p'''^2 \\ \qquad + 10(JKL + 2KM - 9L^2)p^2 p'''^3 \\ \qquad - 25(M+JL)pp'''^4 - (J^2 - 3K)p'''^5, \end{cases}$$

syzygie qui fournit l'expression invariantive demandée. Et comme la seconde des relations (8) donnerait de même $I^4 q$, puis la relation (6) $I^6 h$, et ainsi de suite, on peut énoncer ce théorème :

» *Tout covariant (droit ou gauche) de la forme binaire du cinquième ordre, multiplié par une certaine puissance (paire ou impaire) de l'invariant gauche* I, *est identique à un polynôme ayant pour variables homogènes les deux covariants linéaires* droits *et pour coefficients des fonctions entières des trois invariants droits.*

» Ce théorème subsiste évidemment en prenant pour variables les deux covariants linéaires *gauches* P′, P″, toutefois avec d'autres conditions de parité pour la puissance de I.

» Les quelques exemples que je viens de traiter et qu'il m'aurait été facile de multiplier suffisent, je pense, pour montrer la fécondité de la méthode et le parti qu'on peut en tirer dans un grand nombre de questions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Dans son célèbre Mémoire *Sur les fonctions uniformes*, M. Weierstrass a donné la forme générale d'une fonction de cette nature, n'ayant dans

toute l'étendue du plan qu'un nombre limité de points singuliers. Depuis lors, le théorème fondamental de cette théorie a été étendu par M. Picard aux fonctions uniformes possédant des lignes de points singuliers (*Comptes rendus*, 15 mai 1882). Le résultat obtenu par M. Picard est le suivant : *Toute fonction uniforme, finie et continue pour tout point du plan en dehors de p lignes droites qui sont des coupures ou même des lignes de points singuliers, est égale à la somme de p fonctions uniformes dont chacune a une seule coupure.* Je me propose de montrer comment on peut démontrer ce théorème, quelle que soit la forme des coupures, et d'indiquer une extension, qui me paraît nouvelle, du théorème de M. Mittag-Leffler.

» Considérons une fonction uniforme $f(x)$, finie et contenue pour tout point en dehors de p coupures $L_1, L_2, \ldots, L_p$ de forme quelconque, ne se rencontrant pas. J'entoure chacune de ces lignes d'un contour formé d'arcs de cercle ayant leurs centres sur la coupure elle-même, de telle façon que tout point situé à l'extérieur de ces contours soit à l'extérieur des différents cercles auxquels appartiennent les arcs qui forment le contour, ces contours $C_1, C_2, \ldots, C_p$ ne se coupant pas entre eux. Soit E la portion du plan située en dehors de $C_1, C_2, \ldots, C_p$; par hypothèse, $f(x)$ est finie et continue pour tout point de E. D'après un théorème de M. Appell (*Comptes rendus*, 1er mai 1882), la fonction $f(x)$ pourra, dans l'espace E, être développée en une série telle que

$$f(x) = C + \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=1}^{\nu=\infty} \frac{A_\nu^{(k)}}{(x-a_k)^\nu},$$

$a_1, a_2, \ldots, a_n$ étant les centres des cercles dont il vient d'être question.

» Prenons en particulier la ligne L_1 et, dans la formule précédente, groupons ensemble, d'une part tous les développements qui parviennent du contour C_1, d'autre part tous ceux qui proviennent des contours C_2, $C_3, \ldots, C_p$. La somme des premiers définit une fonction $f_1(x)$, finie et continue pour tout point en dehors du contour C_1; la somme des autres développements est une certaine fonction $\varphi(x)$, holomorphe à l'intérieur du contour C_1. Comme on a

$$f(x) = \varphi(x) + f_1(x),$$

il en résulte que $f_1(x)$ ne peut admettre à l'intérieur du contour C_1 que la coupure L_1. De même $\varphi(x)$ sera finie et continue pour toute valeur de x en dehors de $L_2, L_3, \ldots, L_p$.

» En raisonnant sur $\varphi(x)$ comme sur $f(x)$, on met $f(x)$ sous la forme

$$f(x)=\sum_{i=1}^{i=p} f_i(x),$$

$f_i(x)$ ayant la seule coupure L_i. La démonstration précédente s'applique également aux fonctions uniformes ayant p espaces lacunaires, ou aux fonctions ayant p points singuliers, q coupures, r espaces lacunaires.

» D'une manière générale, si l'on comprend sous le nom de *singularités* les points singuliers, les coupures et les espaces lacunaires, on est conduit au résultat suivant : toute fonction uniforme qui a un nombre limité n de singularités est la somme de n fonctions dont chacune possède une seule singularité. Dans le cas où la fonction possède un nombre infini de singularités, on pourra les partager en deux classes : les unes sont telles que l'on peut trouver un contour fermé, ne renfermant à son intérieur que cette seule singularité; les autres ne jouissent pas de cette propriété. Je désignerai les premières par S, les secondes par S'; les S' sont ce qu'on peut appeler les *limites* des S, suivant l'expression adoptée dans le cas des points singuliers. Ceci posé, voici comment on peut généraliser le théorème de M. Mittag-Leffler.

» 1° Étant données une suite de singularités

$$S_0,\ S_1,\ S_2,\ \ldots,\ S_i,\ \ldots,$$

ayant pour limites d'autres singularités S' et une suite de fonctions uniformes

$$f_0(x),\ f_1(x),\ \ldots,\ f_i(x),\ \ldots,$$

telles que la fonction $f_i(x)$ admette la seule singularité S_i, il existe une fonction uniforme $F(x)$, n'admettant pas d'autres singularités que S et S', telles que la différence

$$F(x)-f_i(x)$$

soit finie et continue à l'intérieur d'un contour infiniment petit renfermant S_i.

» 2° La forme la plus générale d'une fonction $F(x)$ admettant les singularités S et S' est

$$F(x)=\sum_{0}^{\infty} f_i(x)+F_1(x),$$

où f_i admet la seule singularité S_i, et où $F_1(x)$ n'a d'autres singularités que S'.

» Il suffit, pour le démontrer, d'employer la méthode de M. Weierstrass (*Berliner Monatsbericht*, août 1880), dont s'est servi plus récemment M. Mittag-Leffler lui-même pour généraliser son théorème.

» La seule difficulté consiste à déterminer la fonction à retrancher de $f_i(x)$; on y arrive aisément en se servant du développement de cette fonction à l'extérieur d'un certain contour formé d'arcs de cercle. Comme conséquence de ce qui précède, on déduit immédiatement la possibilité de décomposer en un produit de facteurs primaires toute fonction uniforme dans une région quelconque du plan, ayant dans cette région un nombre quelconque de points singuliers, de coupures et d'espaces lacunaires. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Note sur un point de la théorie des fractions continues périodiques.* Note de M. E. DE JONQUIÈRES, présentée par M. Hermite.

« Il serait intéressant, un nombre entier E étant donné, de savoir écrire tout d'un coup, sans calculs préalables, la *période* des quotients incomplets de la fraction continue périodique suivant laquelle se développe le radical $\sqrt{E}$; malheureusement les difficultés du problème ainsi posé semblent être très grandes. Mais s'il n'y a guère d'espoir qu'on en trouve la solution complète, peut-être n'est-il pas impossible de la découvrir dans des cas plus ou moins étendus, offrant même un caractère de généralité.

» Lagrange, après avoir exposé l'importante théorie de la périodicité des fractions continues dans lesquelles se développent les racines de toute équation du second degré, celle de $\sqrt{E}$ en particulier, découverte qui a été l'un de ses premiers titres de gloire, fait la réflexion suivante :

« Par là on pourrait donc juger du commencement des périodes dans la série des nombres μ (ce sont les quotients incomplets)...; mais quant à la longueur des périodes, cela dépend de la nature du nombre E, et même uniquement de la valeur de ce nombre, comme je pourrais le démontrer, si je ne craignais que ce détail ne me menât trop loin. »

» Je ne sache pas que Lagrange, ni après lui aucun géomètre, ait donné la démonstration du principe qu'il énonce dans les termes que je viens de rappeler. Au surplus, ce qu'il en dit ne laisse pas même supposer qu'elle eût permis d'en conclure *a priori*, pour un nombre donné, la longueur de la période dont il s'agit et moins encore sa composition numérique, dont

le calcul est, comme on sait, sinon difficile, du moins assez laborieux dans chaque cas particulier.

» Quoi qu'il en soit, l'étude de cette question m'a conduit à quelques résultats, curieux par eux-mêmes, qui, ouvrant une voie peu explorée à ce qu'il me semble, pourront intéresser les amis des nombres et provoquer d'autres recherches. Je vais donc les faire connaître ici, en réservant pour une Communication ultérieure l'exposé du mode d'investigation et de démonstration que j'ai employé. Je me bornerai aujourd'hui à dire que la longueur et la forme de la période ne dépendent pas toujours de la seule valeur du nombre E, mais qu'au contraire elles sont, dans bien des cas, indépendantes de cette valeur et dépendent surtout de sa forme ou, comme disait Lagrange, « de sa nature ».

» En fait, la période est une fonction tantôt uniforme, tantôt variable, de deux *éléments*, qui caractérisent le nombre E, non seulement par leurs valeurs absolues, mais encore et surtout par leur rapport, de telle sorte qu'une même formule, ne contenant qu'une seule variable, peut déterminer immédiatement les périodes relatives à une infinité de nombres différents, unis en un groupe dont la formule appropriée résume le caractère commun.

» Désignons par le nombre entier a la racine du plus grand carré contenu dans E, et par d l'excès de E sur a^2. Les nombres a et d sont les deux éléments caractéristiques dont je veux parler. Il est d'ailleurs parfois utile d'en considérer deux autres qui dérivent de ceux-là, savoir $b = a + 1$ et $e = b^2 - E$.

» Cela posé, on sait déjà que la racine carrée de tout nombre entier de la forme $a^2 + 1$ se développe en une fraction continue dont la période commence après le premier terme a et se compose du seul nombre $2a$. Voici maintenant les résultats que j'ai annoncés plus haut.

» Théorème I. — *Toutes les fois que d divise exactement $2a$, de telle sorte que $\frac{2a}{d} = f$, la période* (qui commence toujours après le premier terme a) *se compose de deux nombres seulement, savoir f et $2a$.*

» En particulier, si $E = b^2 + 2$, les deux nombres dont se compose la période sont a et $2a$. Et si $E = (a+1)^2 - 1$, ces deux nombres sont 1 et $2a$.

» Théorème II. — *Toutes les fois que e divise exactement $2b$, de telle sorte que $\frac{2b}{e} = g$, la période se compose de quatre termes et a pour expression générale*

$$[1, (g - 2), 1, 2a].$$

» En particulier, si $E = a^2 - 2$, $g = a + 1$, et la période devient

$$[1, (a - 1), 1, 2a].$$

» De ces deux théorèmes, on conclut le suivant :

» Théorème III. — *Toutes les fois que f ou g, diviseurs exacts de $2a$ ou $2b$, respectivement, demeurent constants, le nombre des termes et la composition de la période restent les mêmes, quelle que soit la valeur du nombre* E. *La partie non symétrique de la période et son dernier terme $2a$ changent seuls de valeur avec* E, *mais la forme et les valeurs numériques des termes de la partie symétrique ne changent pas.*

» Tout nombre impair, à partir de 5, est compris dans la formule $3 + 2n$, où n doit recevoir toutes les valeurs 1, 2, 3, ...

» Cela posé :

» Théorème IV. — *Si $a = 3 + 2n$, et $E = (\overline{a+1})^2 - 4$, la période est*

$$(1, n, 1, 2a),$$

qu'il vaut mieux écrire ainsi

$$\left(1, \frac{a-3}{2}, 1, 2a\right).$$

» Les nombres 32, 60, 96, ... sont dans ce cas. Le nombre 12, qui devrait figurer en tête de la série, fait seul exception, parce qu'il rentre dans le groupe défini par le théorème I, à cause de $12 = 3^2 + 3$.

» Théorème V. — *a étant un nombre impair $2n + 1$, si l'on a $E = a^2 + 4$, la période se compose des cinq nombres*

$$\left(\frac{a-1}{2}, 1, 1, \frac{a-1}{2}, 2a\right).$$

» Le nombre 5 fait exception, parce qu'il est aussi de la forme $a^2 + 1$. Sa période est simplement $2a$.

» *Nota.* — Le cas où a est pair dans $E = a^2 + 4$ rentre dans le théorème I. La période est binaire.

» Théorème VI. — *a étant pair, si $E = (\overline{a+1})^2 - 4$, la période se compose de six nombres et a la forme et la valeur*

$$\left[1, \left(\frac{a}{2} - 1\right), 2, \left(\frac{a}{2} - 1\right), 1, 2a\right].$$

» Exemples : 21, 45, 77, 117, 165, 221, 285, ...

» Les théorèmes I, II et III montrent, comme je l'avais annoncé, que la longueur et la composition de la période dépendent principalement de

la valeur du rapport $\frac{2a}{d}$ quand cette valeur est entière, et tous mettent en évidence ce fait que, dans une même *famille* de nombres, ceux des termes de la période qui changent d'un nombre à l'autre sont fonction de la seule variable a. J'examinerai bientôt le cas plus étendu où $\frac{2a}{d}$ est un nombre fractionnaire. Bien qu'il y ait là des distinctions à faire, on y retrouvera quelques lois générales du même genre. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Remarques sur une Communication de* M. de Chardonnet, *relative à la vision des radiations ultra-violettes;* par M. **Mascart.**

« Dans la dernière séance (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 509), M. de Chardonnet a communiqué à l'Académie des expériences très ingénieuses sur la limite de visibilité des radiations ultra-violettes. M. de Chardonnet conclut de ses expériences : 1° que le cristallin a pour fonction physiologique d'intercepter toute radiation ultra-violette; 2° que l'ablation du cristallin permet à la rétine d'apprécier la lumière au moins jusqu'à la raie S du spectre solaire; 3° qu'il est impossible de se prononcer sur la question de savoir si la rétine serait sensible aux radiations ultra-solaires, arrêtées dans tous les cas par la cornée et l'humeur vitrée,

» Ces conclusions me paraissent trop absolues. Sans doute, les milieux de l'œil exercent une absorption énergique sur les radiations ultra-violettes, mais sans les intercepter complètement, et la rétine est un organe si délicat qu'elle peut être sensible aux moindres radiations qui échappent à l'absorption. En employant un spectroscope en quartz ou en spath d'Islande, j'ai constaté, en effet, il y a plusieurs années (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 402; 1869), que les vues ordinaires aperçoivent habituellement le spectre solaire ultra-violet tout entier, sous la couleur d'un gris de lavande, et que, pour certains yeux, cette propriété s'étend beaucoup plus loin. M. Isambert, par exemple, qui paraissait avoir la rétine particulièrement sensible à ce genre de radiations, pouvait dessiner les raies de la vapeur de cadmium, dans le spectre du spath d'Islande, à une distance angulaire de la raie H sept fois plus grande que le spectre lumineux. La longueur d'onde, dans cette région, peut être évaluée à $0^{mm},00021$, et c'est une limite que la Photographie directe ne m'a pas permis d'atteindre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'accroissement d'intensité de la scintillation des étoiles pendant les aurores boréales*; par M. **Ch. Montigny.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. A. Cornu.)

« Vous vous rappelez qu'Arago, dans sa belle Notice sur la scintillation, dit qu'à la fin du siècle dernier le Dr Ussher a toujours remarqué qu'à Dublin les aurores boréales rendent les étoiles singulièrement ondulantes dans les télescopes, et que, selon Necker, de Saussure et Forbes, les étoiles ne scintillent pas en Écosse, à moins qu'il n'y ait une aurore boréale visible. Depuis l'étude de la scintillation que je commençai, à Bruxelles, en 1870, mes observations ont coïncidé avec plusieurs aurores boréales qui y étaient visibles. *A chacune de ces coïncidences, l'intensité de la scintillation fut beaucoup plus forte, au moment de l'aurore, que l'intensité mesurée la veille ou le lendemain dans les mêmes conditions atmosphériques, mais en dehors de l'influence de ce phénomène.*

» Mes observations ont coïncidé jusqu'ici avec cinq aurores boréales visibles à Bruxelles, dont les quatre premières y sont survenues pendant des périodes de sécheresse. Voici les intensités (¹) qui leur correspondent :

	5 avril 1870.	1er juin 1878.	31 janv. 1881.	2 oct. 1882	17 nov. 1882.
Le soir de l'aurore boréale.	90	72	110	131	157
La veille ou le lendemain..	69	58	55	71	122

» La comparaison des résultats relatifs aux aurores boréales de 1878 et de 1881 nous montre que l'accroissement d'intensité de la scintillation est moins marqué en été qu'en hiver.

» Si l'intensité mesurée le 18 novembre 1882, le lendemain de l'aurore boréale du 17, ne s'est abaissée qu'à 122, c'est parce que, le 19 au matin, la neige tomba à Bruxelles en grande quantité et que toujours la scintillation augmente notablement aux approches de la pluie et de la neige.

» Il importe d'ajouter que les résultats relatifs à 1870 ont été déduits de

(¹) L'*intensité de la scintillation* est le nombre moyen de changements de couleurs que les images des étoiles scintillantes accuseraient à la distance zénithale de 60° en une seconde de temps, dans une lunette de $0^m,08$ d'ouverture, quand ces couleurs y sont séparées par le jeu d'un scintillomètre imaginé par M. Montigny (voir la description de l'appareil au Compte rendu de la session de l'Association française et du Congrès de Météorologie, tenue à Paris en 1878, ainsi que l'exposition de la méthode fondée sur une loi trouvée par M. Dufour, de Morges, qui permet de ramener l'intensité de la scintillation d'une étoile, mesurée à une distance zénithale donnée, à la valeur correspondant à 60°).

l'observation accidentelle de deux étoiles seulement, Rigel et Sirius, pendant les deux soirées ; mais que les observations se rapportant aux autres aurores boréales ont porté respectivement sur 33, 24, 26 et 36 étoiles, et que pour chaque coïncidence les mêmes étoiles ont été observées le soir de l'aurore, la veille et le lendemain.

» J'ai reconnu que chaque aurore boréale produit *immédiatement* ses effets sur la scintillation ; que ce sont les étoiles de la région Nord, celle où brille le météore, qui accusent l'intensité la plus forte, et qu'enfin l'influence du phénomène est la plus marquée pour les étoiles qui sont observées à travers les régions supérieures de l'air.

» Il est à remarquer que le trait circulaire décrit par les images des étoiles scintillantes dans la lunette munie du scintillomètre perd beaucoup de sa netteté pendant les aurores boréales.

» Mais voici un autre fait plus surprenant encore et qui se rattache au premier, puisque les aurores boréales sont accompagnées de fortes perturbations magnétiques : *Quand une perturbation magnétique qui ne se rattache pas à une aurore boréale visible à Bruxelles s'y manifeste à l'Observatoire et qu'elle se produit pendant nos observations de scintillation, l'intensité de celle-ci augmente subitement ; et elle est alors beaucoup plus forte que la veille ou le lendemain, dans les mêmes conditions atmosphériques et en dehors de toute perturbation magnétique.*

» Voici comment mon attention a été attirée sur ce fait singulier.

» Pendant l'été de 1881, il s'écoula une période de sécheresse, du 28 juin au 6 juillet, pendant laquelle la scintillation fut très faible ; arrivé aux dates des 28, 29, 30 juin et du 1er juillet, son intensité fut respectivement 53, 54, 37, 29. Mais, dans la soirée du 2 juillet, cette intensité s'éleva subitement à 95, pour retomber à 26 le 4 suivant ; le ciel étant resté couvert pendant la soirée du 3, il n'y eut pas d'observation. Aucun changement apparent, c'est-à-dire ni pluie ni trouble atmosphérique reconnu comme exerçant, même à l'avance, une influence marquée sur la scintillation, ne survint dans les journées du 2, du 3, du 4 et du 5 pour expliquer l'accroissement subit de la scintillation le 2 au soir. La pluie ne tomba à Bruxelles que dans la journée du 6 juillet. Le Bulletin météorologique de notre Observatoire signala, le 4 juillet, une forte perturbation magnétique qui était survenue dans la nuit du 2 au 5 juillet, principalement à onze heures du soir. Or mes observations du 2 ont été poursuivies de 10^h à $10^h 30^m$ (Bulletin du 3 juillet).

» Dans une seconde période de beau temps, qui dura du 11 au 15 juillet de la même année, la scintillation s'accentua encore subitement sous l'in-

fluence d'une nouvelle perturbation magnétique. En effet, son intensité, qui était 37 le soir du 11 juillet, s'éleva à 120 le 14, pour redescendre à 30 le lendemain, et successivement à 48 et à 55 les deux soirées suivantes. D'après les indications que M. Houzeau, directeur de l'Observatoire, m'a données, les courbes du magnétographe ont indiqué des perturbations qui commencèrent le 12, à 8^h du soir, pour continuer jusqu'au 13, à 8^h du matin. Or mes observations du 12 juillet s'étendirent de 10^h à $10^h 30^m$, ou pendant la perturbation magnétique.

» Afin de savoir si des aurores boréales, non visibles à Bruxelles, n'avaient pas occasionné les perturbations magnétiques du 2 et du 12 juillet et en même temps l'accroissement de la scintillation, je m'informai auprès de M. Hohlenberg, vice-directeur de l'Institut météorologique de Copenhague, pour savoir si des aurores boréales n'avaient pas été observées en Danemark aux dates indiquées. Ce savant m'écrivit, le 25 août suivant, que « le dé-
» pouillement de tous les bordereaux de juillet envoyés à l'Institut par les
» stations danoises, tant sur terre que sur mer, ne mentionnent nulle part
» d'aurore boréale observée en Danemark au mois de juillet ».

» Depuis cette époque (juillet 1881) jusqu'à la date actuelle (24 février), mes observations de scintillation ont coïncidé *vingt-deux* fois avec des perturbations magnétiques survenues à Bruxelles. Parmi ce nombre sont comprises les aurores boréales du 2 octobre et du 19 novembre 1882, qui y ont été visibles. Parmi les autres perturbations ne coïncidant pas avec des aurores boréales visibles à Bruxelles, toutes celles qui se sont produites pendant mes observations de scintillation ont été accompagnées d'un accroissement notable d'intensité de ce phénomène. Voici l'un des exemples le plus remarquables de ce fait, qui s'est produit au commencement du mois de février actuel, pendant une période de beaux jours à Bruxelles :

Février 1882.	Intensité de la scintillation.	Caractères de la perturbation magnétique à Bruxelles.
Le 1 au soir........	165	La perturbation commence le 1, à $7^h 15^m$ du soir. Le barreau est resté agité pendant toute la journée. Le 2, à 6^h du soir, il s'est brusquement déplacé. Le 3, à 7^h du matin, il s'est de nouveau brusquement déplacé. Le 4 au soir, aurore boréale à Hernosand et à Haparanda, d'après le *Bulletin météorologique de Paris;* d'après celui de Bruxelles du 5 février, le barreau magnétique a été continuellement agité depuis le samedi 3 février.
Le 2 id.	179	
Le 3 id.	155	
Le 4 id.	190	
Le 5, à 6^h du matin.	59	
Le 5 au soir........	48	
Le 6 id.	59	

» Je ferai remarquer qu'au moment où je fis l'observation de scintillation, le lundi 5, à 6^h du matin, les irrégularités que présentaient les courbes

du magnétographe de Bruxelles étaient beaucoup moins marquées, comme si l'orage magnétique survenu depuis le jeudi 1er février s'était apaisé après les aurores boréales survenues, dans la nuit du dimanche 4 au lundi 5, à Hernosand et à Haparanda. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la production d'apatites et de wagnérites bromées à base de chaux.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« Dans un travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en juin 1882, j'ai cherché à préciser les circonstances dans lesquelles se forment l'apatite et la wagnérite, et j'ai montré que le dissolvant en fusion, employé par MM. H. Sainte-Claire Deville et Caron pour reproduire ces minéraux, se comporte comme un liquide ordinaire; la décomposition des chlorophosphates sous son influence est un cas particulier de la dissociation des sels par les liquides en général. Ces faits une fois connus, j'ai pu les mettre à profit pour obtenir des produits analogues aux wagnérites ou aux apatites, mais dans lesquels, au lieu de chlore, se trouve du brome ou de l'iode.

» *Bromophosphates de chaux.* — Quand on maintient, pendant une heure ou deux, à une température peu supérieure à celle de fusion du bromure de sodium, un mélange de ce sel et de phosphate de chaux, ce dernier se transforme en beaux prismes hexagonaux réguliers, transparents, terminés le plus souvent par des pyramides à six faces. Ces cristaux sont une apatite bromée $CaBr, 3(CaO, PhO^5)$, et dans cette réaction les choses se passent exactement comme je l'ai expliqué (*Comptes rendus*, XCIV, 1592); il se produit du bromophosphate de chaux et du phosphate de soude; la proportion de ce dernier augmente avec le poids de phosphate calcaire employé, et, quand elle atteint une certaine valeur, il s'établit dans le bromure alcalin fondu un état d'équilibre entre l'action du bromure de sodium sur le phosphate de chaux et celle du phosphate de soude sur le bromophosphate. Avec peu de phosphate de chaux, tout devient apatite bromée; s'il y en a notablement, la transformation peut être incomplète, car le phosphate de soude qui se forme réagit sur l'apatite et la détruit; celle-ci, chauffée avec des mélanges de bromure de sodium et de phosphate de soude en certaines proportions, se transforme en paillettes de phosphate double de chaux et de soude.

» Jamais on n'obtient la wagnérite $CaBr, 3CaOPhO^5$ dans ces circonstances, et en effet le bromure de sodium fondu la détruit, lui enlève du bromure calcaire et laisse des prismes hexagonaux d'apatite; cette destruction cesse

d'avoir lieu quand la matière en fusion renferme une quantité déterminée de bromure de calcium, mais pratiquement la wagnérite est toujours décomposée par le bromure de sodium, car elle ne peut exister que si le bromure de calcium domine de beaucoup dans le mélange liquide. Ainsi, quand on chauffe une petite quantité de phosphate de chaux dans du bromure de calcium pur, il se change en longues aiguilles brillantes et fines, parfois terminées par une pyramide très allongée, et répondant à la formule $CaBr, 3CaO PhO^5$.

» La wagnérite bromée est dédoublée en bromure de calcium et apatite, par le bromure de sodium pur, ou renfermant une petite quantité de bromure de calcium; mais, en ajoutant de ce dernier peu à peu, il arrive un moment où la formation de la wagnérite devient possible. D'une part, le bromure calcaire et l'apatite tendent à se combiner pour faire de la wagnérite; de l'autre, le bromure alcalin tend à séparer cette dernière en apatite bromée et bromure de calcium; un équilibre s'établit entre ces deux réactions inverses et, si le bain en fusion renferme un excès d'apatite, la proportion de wagnérite formée variera suivant la quantité de bromure de sodium que contient le mélange.

» Ainsi, le bromure de calcium pur, chauffé avec une faible quantité de phosphate de chaux ou d'apatite bromée, les change en wagnérite $CaBr, 3CaOPhO^5$; avec plus de phosphate, on n'obtient qu'un mélange de wagnérite et d'apatite, et cette dernière seulement, quand le rapport du poids de phosphate de chaux employé à celui de bromure de calcium dépasse une certaine valeur limite. Cela tient à ce que, dans le bromure calcaire en fusion, la wagnérite est dissociée avec formation d'apatite et qu'à chaque température cet équilibre particulier s'établit entre le bromure de calcium et un poids d'apatite bromée déterminé. Si donc le poids de phosphate de chaux employé dépasse cette valeur limite, il cristallisera à l'état d'apatite. On voit que tout se passe identiquement ici, comme au cas des apatites et wagnérites chlorées.

» *Bromoarséniates de chaux.* — En remplaçant dans les opérations précédentes le phosphate par de l'arséniate de chaux, on obtient des produits cristallisés tout à fait analogues. L'arséniate de chaux fondu avec un excès de bromure de sodium est partiellement décomposé avec formation de bromure de calcium et d'arséniate de soude et la masse lavée laisse des prismes hexagonaux transparents et brillants terminés aussi par des pyramides à six faces de l'apatite $CaBr, 3(3CaO, AzO^5)$. Ce composé s'obtient encore en chauffant de l'arséniate de chaux avec du bromure de calcium.

Quant à la wagnérite, $CaBr(3CaO\,AzO^5)$, elle se produit quand on traite au rouge une très petite quantité d'arséniate de chaux par du bromure de calcium, mais il est très difficile de l'obtenir exempte de prismes d'apatite; tout se passe d'ailleurs comme avec le phosphate de chaux et l'on peut obtenir, suivant les quantités d'arséniate employées, la wagnérite mélangée de proportions variables d'apatite ou cette dernière tout à fait pure et cela par les raisons précédemment exposées.

» *Bromovanadates de chaux.* — L'acide vanadique donne naissance à des combinaisons du même ordre; si l'on fond une petite quantité de cet acide avec un mélange de dix parties de bromure de sodium pour une de bromure de calcium, il se transforme en bromovanadate, $CaBr, 3(3CaO\,VO^3)$, qui affecte l'apparence de beaux cristaux blancs et soyeux tout à fait analogues à ceux des apatites, arséniées ou phosphatées. On ne doit pas prolonger le contact des matières fondues, car il est impossible d'éviter alors la réduction d'une partie de l'acide vanadique et les cristaux incolores et transparents d'apatite bromovanadée sont mélangés de petits cristaux rouge foncé ou d'une matière pulvérulente noire, d'oxydes inférieurs du vanadium, dont il est impossible de les séparer; enfin la wagnérite, $CaBr(3CaO, VO^5)$, s'obtient en chauffant de l'acide vanadique avec un excès de bromure de calcium pur; la masse refroidie et lavée donne de belles paillettes, minces, brillantes, répondant à la formule de la wagnérite et souvent mélangées avec une très petite quantité de sous-oxyde brun de vanadium.

» Il faut dans toutes ces opérations éviter autant que possible le contact de l'air dont l'oxygène décompose les bromures en fusion; il suffit de maintenir les matières fondues pendant une heure environ, à une température peu supérieure à celle de liquéfaction des bromures.

» Ainsi les circonstances dans lesquelles les apatites et les wagnérites chlorées se forment ou se détruisent sont aussi celles dans lesquelles les apatites et les wagnérites bromées prennent naissance ou se décomposent; les lois suivant lesquelles les premières sont dédoublées par les matières en fusion s'appliquent aussi à la décomposition des secondes, si bien que la connaissance de ces lois permet de déterminer à l'avance les conditions principales que l'on doit réaliser pour obtenir les uns ou les autres de ces composés. On peut préparer avec d'autres bases que la chaux des combinaisons de même nature; leur étude et celle des composés iodés du même ordre feront l'objet d'une nouvelle Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches relatives à l'action du zinc-éthyle sur les amines et les phosphines. — Nouvelle méthode pour caractériser la nature de ces corps.* Note de M. **H. Gal**, présentée par M. Debray.

« I. Frankland (*Philosophical Magazine*, t. XV, 1857), en faisant réagir le zinc-éthyle sur l'aniline, a obtenu le composé $Az^2\begin{matrix}(C^6H^5)^2\\ ZnH^2\end{matrix}$ qui dérive d'une double molécule d'aniline dans laquelle le zinc a pris la place de deux atomes d'hydrogène, et que l'on peut écrire, en représentant l'aniline par An :

$$2\,An - H^2 + Zn = \text{Zinco-Aniline}.$$

» Plus tard, MM. Dreschel et Finkelstein (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. IV, 1871), en faisant passer l'hydrogène phosphoré dans une dissolution éthérée de zinc-éthyle, ont observé la production d'une poudre blanche qui, au contact de l'eau, régénérait le phosphure d'hydrogène et donnait de l'oxyde de zinc ; il convient d'écrire la formule de ce corps $(PhH^2)^2Zn$.

» J'ai vérifié les réactions que je viens d'indiquer et j'ai fait en outre les observations suivantes :

» 1° L'ammoniaque anhydre, sous l'action du zinc éthyle, donne

$$2\,AzH^3 + Zn(C^2H^5)^2 = (AzH^2)^2Zn + 2\,C^2H^6;$$

» 2° L'éthylamine (AzH^2, C^2H^5) fournit dans les mêmes conditions le composé : $(AzH, C^2H^5)^2Zn$.

» 3° Avec la toluidine, enfin, on obtient un dérivé métallique analogue : $(AzH, C^7H^7)^2Zn$.

» On est en droit de conclure de ces expériences, qu'en faisant réagir le zinc-éthyle sur un dérivé ammoniacal dans lequel tout l'hydrogène n'est pas remplacé, on obtient un dérivé métallique, en même temps qu'il se dégage de l'hydrure d'éthyle, d'après la formule suivante dans laquelle Am représente une base ammoniacale primaire ou secondaire :

$$2\,Am + Zn(C^2H^5)^2 = \underbrace{(2\,Am - H^2 + Zn)}_{\text{Dérivé métallique.}} + \underbrace{2\,C^2H^6}_{\text{Hydrure d'éthyle.}}$$

» Avec les bases phosphorées, on aurait de même

$$\underbrace{2\,Pm}_{\text{Phosphine non saturée.}} + Zn(C^2H^5)^2 = (2\,Pm - H^2 + Zn) + 2\,C^2H^6.$$

» Ces réactions sont en général très énergiques et il est bon de les modérer en employant le zinc-éthyle en dissolution éthérée.

» II. J'ai mis le zinc-éthyle en contact avec des bases ammoniacales tertiaires et j'ai reconnu qu'il ne se produisait aucun dégagement de gaz, alors même que l'on ne faisait pas intervenir de dissolvant. Les bases employées sont : la triéthylamine, la diméthylaniline et la méthyldiphénylamine.

» De même la triéthylphosphine n'agit pas sur le zinc-éthyle.

» Il faut nécessairement déduire de ces observations que le zinc-éthyle est sans action sur les amines et les phosphines tertiaires, du moins dans les circonstances où je me suis placé.

» Nous nous trouvons donc ici en présence d'une méthode nouvelle permettant de déterminer facilement et pour ainsi dire d'une manière instantanée la classe à laquelle appartient une amine : il suffit de placer dans des tubes à essai une petite quantité des différentes bases et de verser sur chacune d'elles une dissolution éthérée de zinc-éthyle; dans les tubes contenant une amine tertiaire on n'observe aucune réaction, tandis que dans les autres il se produit un dégagement régulier et abondant d'un gaz combustible qui n'est autre que l'hydrure d'éthyle.

» Réciproquement, on est en droit de conclure de cet exposé, que toute amine ou toute phosphine qui fournira avec le zinc-éthyle un produit de substitution avec dégagement d'hydrure d'éthyle devra être considérée comme contenant encore l'hydrogène libre. Lorsque cette réaction ne se produira pas, il n'en résultera pas nécessairement que l'on a affaire à un dérivé tertiaire, car on peut concevoir qu'en faisant varier les conditions de l'expérience, on pourrait encore arriver à opérer des substitutions dans la substance étudiée.

» III. Après les considérations qui précèdent, on est naturellement conduit à examiner l'action du zinc-éthyle sur les alcaloïdes naturels. Mais ici il y a lieu de distinguer entre les bases tertiaires et les bases oxygénées. Si le zinc-éthyle peut fournir des indications avec les premières, il n'en est pas de même avec les secondes. Dans ce dernier cas, en effet, on conçoit que le zinc-éthyle puisse réagir sur le groupement oxygéné qui entre dans la molécule.

» Le zinc-éthyle mis en présence de la nicotine est sans action sur cette substance; on n'obtient également aucun résultat en opérant avec la quinoléine; ces deux composés ne paraissent donc pas contenir d'hydrogène remplaçable par le zinc.

» IV. La plupart des alcaloïdes naturels oxygénés sont attaqués par le zinc-éthyle, et les dérivés métalliques qu'ils fournissent peuvent être préparés avec la plus grande facilité. Ce sont des substances qui s'altèrent lentement à l'air; l'eau les décompose au contraire rapidement en régénérant l'alcaloïde et fournissant de l'oxyde de zinc.

» L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique s'y combinent pour former des sels bien cristallisés.

» Ces nouveaux composés organo-métalliques peuvent être le point de départ de recherches ultérieures permettant d'obtenir des dérivés intéressants de ces produits et de fournir des indications nouvelles sur la constitution des alcaloïdes.

» En terminant, je dois remercier mon élève et ami, M. Ernous, du concours qu'il m'a prêté dans l'exécution de ce travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de décomposition par l'eau de l'acétone fluoborée α.* Note de M. **Fr. Landolf**, présentée par H. Berthelot.

« Les recherches sur les combinaisons organiques fluoborées, que j'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie, ont été continuées dans le laboratoire de M. le professeur Schwarzenbach, à l'Université de Berne, et ensuite à la Station agronomique de la Rütli, près Berne.

» Dans un Mémoire précédent (10 juin 1878), j'ai énoncé une loi générale ainsi formulée : *Le fluorure de bore se combine en des proportions définies, équivalent pour équivalent, avec les aldéhydes, avec les acétones et avec les carbonyles.* J'ai décrit, en 1879, quelques-uns de ces dérivés. Pour le moment je ne m'occupe que des produits de décomposition par l'eau de l'acétone fluoborée α.

» L'acétone fluoborée α est liquide, bout à 120° C. exactement et ne cristallise point à 15° C. au-dessous de zéro; au contact de l'eau, dans laquelle on la verse goutte à goutte, elle se décompose immédiatement avec élimination d'acide borique et formation de produits gazeux et liquides, tous facilement solubles dans l'eau, d'une odeur agréable et rappelant d'une manière frappante l'odeur de certains éthers de fruits.

» Voici les produits que j'ai isolés par des rectifications convenables.

» I. *Acétone monofluorhydrique.* — Ce composé bout exactement à 55° C.; il a une odeur éthérée des plus agréables; il se dissout facilement et en grande quantité dans l'eau; il brûle avec une flamme légèrement bleuâtre,

mais à peine visible à la lumière du jour. Sa composition correspond à la formule C^3H^6O, HFl. Voici les chiffres obtenus par les analyses :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
C..................	45,52	45,81	46,16
H..................	9,07	9,13	8,97
Fl..................	23,73		24,36
Densité de vapeur...	2,53		2,69

» Comme on le voit, la densité de vapeur est un peu trop faible, sans doute parce qu'il est encore mélangé avec de petites quantités d'acétone difluorhydrique.

» II. *Acétone difluorhydrique.* — L'acétone difluorhydrique est gazeuse à la température ordinaire; elle a encore une odeur éthérée excessivement prononcée et se dissout comme l'acétone monofluorhydrique facilement dans l'eau, d'où elle se dégage par une faible élévation de température. Elle brûle de même avec une flamme faiblement teintée de bleu, mais visible seulement dans une demi-obscurité. Elle se liquéfie dans un mélange réfrigérant de sel marin et de glace, et bout de 15° à 12°C. au-dessous de zéro. L'analyse élémentaire conduit à la formule $C^3H^6O, 2HFl$ et donne les chiffres suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
C..................	36,50	36,32	36,73
H..................	8,07	8,25	8,16
Fl..................	32,41		33,33
Densité de vapeur..	1,72		3,18

» La densité de vapeur est à peu de chose près égale à la moitié de la densité calculée; il y a donc eu dissociation franche et complète.

» Dans ce composé, que je ne regarde nullement comme un produit d'addition, mais bien comme une véritable combinaison chimique, il faut admettre forcément que le carbone, de tétratomique qu'il était, est devenu hexatomique, ce qui n'a absolument rien d'invraisemblable. Au contraire, je suis persuadé qu'au moyen des combinaisons fluoborées on arrivera souvent, à l'avenir, à des combinaisons dites sursaturées. Dans tous les cas, nous avons, dans les combinaisons du fluorure de bore avec les matières organiques, un procédé simple et sûr d'obtenir des dérivés fluorés autant qu'on le voudra; vu la grande importance de ce fait pour la Chimie orga-

nique, c'est sur ce point que je me permets d'insister tout spécialement et d'attirer l'attention des savants.

» Quant au dosage du fluor, il a été exécuté, au moyen de la chaux sodée exempte de fer et d'alumine; de plus, la combustion a été faite dans un tube en argent, du moins pour l'acétone monofluorhydrique, afin d'éviter complètement la présence de la silice. Après la combustion, la chaux sodée est dissoute dans de l'acide chlorhydrique étendu, et le fluor est précipité sous forme de fluorure de calcium, en neutralisant la solution avec de l'ammoniaque.

» L'action physiologique de ces combinaisons fluorées est assez caractéristique et mérite d'être mentionnée. Les vapeurs respirées produisent une forte irritation nerveuse, accompagnée d'une fièvre assez prononcée. La salivation augmente considérablement et, chose remarquable et curieuse, la chair des gencives du maxillaire inférieur est fortement attaquée et rongée en partie; le sang y arrive facilement et l'effet produit par ces gaz ne cesse que quelque temps après que l'on a fini de manipuler ces sortes de combinaisons. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la neutralisation de l'acide glycolique par les bases.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« La théorie indique que l'acide glycolique, jouissant des propriétés des acides alcools, peut fournir en s'unissant aux bases deux sortes de combinaisons : les unes dérivées du caractère acide sont de véritables sels, les autres sont des alcoolates.

» Je me suis proposé d'étudier au point de vue thermique ces deux genres de composés, en employant les méthodes indiquées par M. Berthelot pour les acides lactique et analogues ([1]).

» J'ai préparé l'acide glycolique par le procédé indiqué par Schulze ([2]), Church ([3]), et Crommydis ([4]), l'hydrogénation de l'acide oxalique, en substituant le zinc en poudre aux copeaux de zinc, ce qui permet d'opérer la réduction à froid.

([1]) Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 268 à 274.

([2]) *Chem. centr.* (1862), p. 609.

([3]) *J. of Chem. Soc.* 2e série, t. I, p. 301.

([4]) *Bull. Soc. Chim.*, t. XXVII, p. 3.

» Les dissolutions concentrées d'acide glycolique laissent déposer dans le vide des cristaux incolores dont l'analyse a donné

	gr
Matière.........	0,2417
CO^2............	0,2758
HO............	0,1162

soit, en centièmes,

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^4O^6$.
C............	31,12	31,58
H............	5,34	5,26

» La chaleur de dissolution de cet acide dans environ 400 H^2O^2 a donné $-2^{Cal},76$ entre 8° et 10°.

» Pour mesurer la chaleur de neutralisation de cet acide par les bases, j'ai opéré à équivalents égaux, avec des liqueurs au demi-équivalent par litre, entre 8° et 10° :

			Cal
$C^4H^4O^6$ dissous		+ KO dissous.............	+ 13,74
$C^4H^4O^6$	»	+ NaO..................	+ 13,60
$C^4H^4O^6$	»	+ AzH^3..................	+ 12,23
$C^4H^4O^6$	»	+ BaO ($1^{éq} = 6^{lit}$)...........	+ 13,90
$C^4H^4O^6$	»	+ SrO ($1^{éq} = 10^{lit}$).........	+ 14,00
$C^4H^4O^6$	»	+ CaO ($1^{éq} = 25^{lit}$)........	+ 13,90

» Pour les sels des autres métaux, j'ai eu recours à des procédés indirects :

» *Glycolate de plomb.* — 1° Par l'hydrogène sulfuré et le glycolate de plomb dissous ; 2° par le sulfate de soude et le glycolate de plomb dissous. J'ai trouvé par ces deux méthodes :

$C^4H^4O^6$ dissous + PbO solide............. $+ 7^{Cal},55$.

» *Glycolate de magnésie.* — 1° Par le glycolate de baryte et le sulfate de magnésie $+ 13^{Cal},75$; 2° par le glycolate de plomb et le sulfate de magnésie $+ 13^{Cal},67$:

Moyenne : $C^4H^4O^6$ dissous + MgO solide....... $+ 13^{Cal},71$

» *Glycolate de cuivre.* — 1° Par l'hydrogène sulfuré et le glycolate de cuivre $+ 7^{Cal},47$; 2° par le glycolate de plomb et le sulfate de cuivre $+ 7^{Cal},75$.

Moyenne : $C^4H^4O^6$ dissous + CuO solide............. $+ 7^{Cal},61$

» *Glycolate de zinc.* — 1° Par le glycolate de baryte et le sulfate de zinc $+ 10^{Cal},58$; 2° par le glycolate de plomb et le sulfate de zinc $+ 10^{Cal},23$:

Moyenne : $C^4H^4O^6$ dissous + ZnO solide............. $+ 10^{Cal},40$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle base de la série quinoléique, la phénolquinoléine.* Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Cahours.

« On connaît les belles recherches de M. Skraup sur la production synthétique de la quinoléine et des quinoléines substituées; M. Skraup a d'abord reproduit la quinoléine en faisant réagir la glycérine sur un mélange d'aniline et de nitrobenzine en présence d'acide sulfurique; puis il a montré que cette réaction est générale; tous les composés aromatiques renfermant un groupe AzH^2 dans le noyau *benzine* se comportent comme l'aniline et fournissent des quinoléines substituées, dont il a décrit un grand nombre de termes.

» Dans cette réaction, la glycérine se transforme d'abord en acroléine. J'ai pensé qu'on aurait de même des bases quinoléiques en remplaçant la glycérine par la phényl-acroléine, qui n'est autre que l'aldélyde cinnamique. Cette prévision a été confirmée par l'expérience.

» En chauffant à 170-180° un mélange d'aniline, de nitrobenzine, d'acide sulfurique et d'essence de cannelle, on obtient une masse noire que l'on reprend par l'eau. La solution filtrée donne, avec la potasse, un précipité noir, résineux, que l'on redissout incomplètement dans l'éther. Le résidu de l'évaporation est une matière noire, molle, confusément cristalline, que l'on distille dans un courant d'air. Il passe, à une haute température, une huile jaune qui se prend par le refroidissement en une masse cristalline.

» Pour la purifier, on la lave avec très peu d'éther, et on la reprend par quatre fois son poids d'alcool bouillant. Les cristaux qui se séparent sont comprimés et cristallisés une seconde fois dans l'alcool.

» On obtient alors la nouvelle base sous forme de fines aiguilles blanches, séparées, fusibles à 84°, et dont l'analyse conduit à la formule $C^{15}H^{11}Az$ d'une phénolquinoléine $C^9H^6(C^6H^5)Az$.

» Elle est très soluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool froid, soluble dans 3 à 4 fois son poids d'alcool bouillant, un peu soluble dans le pétrole léger à l'ébullition.

» Le chlorhydrate, le sulfate et le chloroplatinate sont cristallisés. Le chlorhydrate et le sulfate sont partiellement décomposés par un grand excès d'eau.

» Le rendement est faible; je n'ai pas eu plus de 10 pour 100 de l'aniline mise en réaction.

» D'après son mode d'obtention, cette base est une phénolquinoléine,

renfermant le groupe C^6H^5 dans le côté pyridique de la quinoléine; ce groupe est dans la position *para*, relativement à l'azote. Elle est isomérique avec une phénol-quinoléine $C^{15}H^{11}Az$, soluble à 108-109°, obtenue par M. La Coste ([1]), dans l'action de la glycérine et de l'acide sulfurique sur le paramido-diphényle $C^6H^4 \langle {AzH^2 \atop C^6H^5}$. Dans cette phényl-quinoléine le groupe C^6H^5 est placé dans le côté benzique de la quinoléine et non dans le côté pyridique. Les formules suivantes représentent cette isomérie :

```
            CH   CH                    CH   C(C6H5)
C6H5 — C ⁄ ⫽ C ⫽ ⫽ CH            CH ⁄ ⫽ C ⫽ ⫽ CH
       |     ||      |              |     ||      |
      CH ⫽ ⁄ C ⫽ ⫽ CH             CH ⫽ ⁄ C ⫽ ⫽ CH
          CH    Az                     CH    Az
```

Phénylquinoléine de La Coste. — Phénolquinoléine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés de la strychnine.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Friedel.

« Claus a décrit une dinitrostrychnine qu'il obtient par l'action de l'acide nitreux sur la strychnine en solution alcoolique ou nitrique (*voir* Claus et Glassner, *Deutsch. Chem. Gesellsch.*, p. 773; 1881).

» L'action de l'acide nitrique fumant sur la strychnine fournit également une dinitrostrychnine, mais différente de celle obtenue par Claus et Glassner.

» Pour la préparer, on dissout 60^{gr} de strychnine dans 300^{gr} d'acide nitrique fumant maintenu à — 10°. Il faut avoir soin que dans cette opération la température ne dépasse pas — 5°, sans quoi il se forme des produits foncés sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir. Le produit de la réaction est versé dans 2^{lit} d'eau. Le tout se prend en une masse cristallisée d'azotate de dinitrostrychnine. Les cristaux sont égouttés, redissous dans l'eau et la solution précipitée par l'ammoniaque.

» La liqueur, d'où s'est déposé l'azotate de dinitrostrychnine, précipite encore par l'ammoniaque une petite quantité de base, mais celle-ci est impure. Lorsque l'opération est bien conduite, on obtient environ 80^{gr} d'azotate de dinitrostrychnine avec 60^{gr} de strychnine, c'est-à-dire 90 pour 100 du rendement théorique.

» La dinitrostrychnine $C^{22}H^{20}Az^2O^2(Az^2O^2)^2$ cristallise assez difficile-

([1]) *Berliner Berichte*, 1882, p. 55.

ment de ses solutions. Le procédé qui m'a le mieux réussi consiste à la dissoudre dans le chloroforme, puis à ajouter deux fois le volume d'alcool et à abandonner la solution à l'évaporation spontanée. On obtient ainsi des prismes transparents de plusieurs centimètres de longueur, jaune ambré.

» Elle est soluble dans l'alcool et dans l'eau bouillante, peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans le chloroforme. Elle ne fond pas, mais se décompose vers 202°. Elle s'altère facilement sous l'influence de la chaleur, surtout en présence d'un excès d'ammoniaque.

» Les sels de dinitrostrychnine sont peu solubles dans l'eau, solubles dans les acides concentrés. L'eau les précipite de ces solutions, et cette précipitation est fortement activée par l'agitation. Lorsqu'on met dans un verre de montre une petite quantité de dinitrostrychnine, une goutte d'eau et une goutte d'acide chlorhydrique, le tout se dissout d'abord; mais, si l'on frotte avec une baguette, il apparaît d'abord un précipité, et bientôt le tout se prend en une masse solide. Cette réaction, d'une extrême sensibilité, se produit pour tous les sels de dinitrostrychnine et peut servir à caractériser la strychnine dans les cas où celle-ci est mélangée à des matières colorées qui ne permettent pas d'employer la recherche par le bichromate. Dans ce cas, on dépose dans un verre de montre une goutte d'acide nitrique fumant, puis une petite quantité de la matière à essayer. Lorsque le tout est dissous, on ajoute une ou deux gouttes d'eau, si l'on voit apparaître par l'agitation le précipité caractéristique. On peut, du reste, le traiter comme nous dirons après pour le caractériser.

» L'*azotate de dinitrostrychnine* cristallise en feuillets par le refroidissement de sa solution dans l'eau bouillante.

» Le *chlorhydrate* se présente sous la forme d'une masse caséeuse lorsqu'on agite une solution de dinitrostrychnine dans l'eau bouillante. Cette masse fond vers 40° et par refroidissement laisse déposer des aiguilles du chlorhydrate anhydre.

» *Diamidostrychnine*. — L'amalgame de sodium ajouté au chlorhydrate de la base précédente la réduit, mais la liqueur se colore fortement. Le sulfhydrate d'ammoniaque alcoolique ne donne aucun résultat; au contraire, avec l'étain et l'acide chlorhydrique, on obtient le chlorhydrate d'une nouvelle base, la *diamidostrychnine* $C^{22}H^{20}Az^{2}O^{2}(AzH^{2})^{2}$. Pour la préparer, on dissout la dinitrostrychnine dans l'eau acidulée d'acide chlorhydrique, et l'on ajoute un grand excès d'étain, puis on abandonne la liqueur à 50° pendant vingt-quatre heures, Le lendemain on filtre la

liqueur, on ajoute encore un peu d'étain si la réduction n'est pas terminée, on étend d'eau, on précipite par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée est portée à l'ébullition et précipitée par l'ammoniaque. On obtient alors un volumineux précipité qui est purifié par cristallisations successives dans le chloroforme.

» La diamidostrychnine cristallise en prismes par le refroidissement lent de sa solution chloroformique. Ces prismes deviennent opaques par la dessiccation. Par la précipitation au moyen de l'ammoniaque d'une solution aqueuse d'un de ses sels, on l'obtient sous la forme de houppes très légères.

» Elle ne fond pas et commence à se décomposer vers 225°. Elle est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et surtout dans le chloroforme, à peu près insoluble dans l'éther.

» Les agents oxydants donnent avec elle des réactions colorées.

» L'hypochlorite de sodium donne dans une solution neutre du chlorhydrate un précipité verdâtre qui se dissout en vert, puis en bleu, puis en violet dans des quantités croissantes d'acide chlorhydrique.

» L'acide sulfurique et le bichromate de potassium ne donnent pas la coloration violette caractéristique de la strychnine. Cette coloration se produit si l'on ajoute un peu d'eau, tandis que dans le cas de la strychnine elle disparaît par addition d'eau.

» Le perchlorure de fer donne à l'ébullition une coloration rouge. Je m'occupe actuellement de l'action de l'acide azoteux sur cette base et des produits d'oxydation de la strychnine ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la sulfocyanacétone*. Note de MM. **J. Tcherniac** et **R. Hellon**, présentée par M. Wurtz.

« On a vu [1] que la sulfocyanacétone ne peut être obtenue au moyen du sulfocyanate d'ammonium; l'action des autres sulfocyanates métalliques donne des résultats peu satisfaisants. Ce n'est qu'en employant le sel de baryum que nous avons pu réussir à obtenir ce corps et à le préparer en quantités considérables.

» Le sulfocyanate de baryum, fabriqué depuis quelque temps en grandes quantités par la Compagnie générale des cyanures pour l'impression en rouge d'alizarine, est appelé à devenir l'agent par excellence pour transformer les chlorures organiques en solution alcoolique dans les sulfocyanates correspondants. Tandis que le chlorure de baryum est pour ainsi dire

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 9 février 1883.

insoluble dans l'alcool, le sulfocyanate barytique possède une grande solubilité, qu'il soit à l'état anhydre ou cristallisé. Voici les chiffres que nous avons trouvés :

» Une solution alcoolique bouillante renferme 32,8 pour 100 de $Ba(SCAz)^2$.

» Une solution alcoolique saturée à 20° renferme 30 pour 100 de $Ba(SCAz)^2$.

» Une solution alcoolique saturée à 20° renferme 45,1 pour 100 de $Ba(SCAz)^2, 2H^2O$.

» *Préparation de la sulfocyanacétone.* — On dissout 175^{gr} de sulfocyanate de baryum cristallisé dans 525^{gr} d'alcool et l'on ajoute 100^{gr} de monochloracétone. Le mélange, abandonné au repos, ne tarde pas à se troubler en précipitant du chlorure de baryum. Au bout de quelques jours, lorsqu'on voit que le dépôt n'augmente plus, on filtre à la trompe et on lave à l'alcool. La solution alcoolique, évaporée au bain-marie, abandonne la sulfocyanacétone brute à l'état d'un résidu sirupeux; on traite ce dernier à l'ébullition avec dix fois son poids d'eau et l'on abandonne la solution aqueuse pendant vingt-quatre heures; au bout de ce temps, il s'est déposé une couche assez épaisse de matières goudronneuses, dont on décante soigneusement la solution clarifiée; on filtre et l'on évapore au bain-marie; à mesure que la concentration avance, on voit des gouttelettes huileuses se former à la surface et tomber au fond de la capsule en se réunissant; on arrête l'évaporation lorsque le volume de l'huile déposée est devenu égal à peu près à ce qui reste de la solution aqueuse. La matière oléagineuse séparée est lavée par une petite quantité d'eau distillée, puis séchée dans le vide, sur l'acide sulfurique; elle constitue alors de la sulfocyanacétone sensiblement pure :

» $0^{gr},2023$ de matière ont donné $0^{gr},3148$ de CO^2 et $0^{gr},081$ de H^2O;

» $0^{gr},1750$ de matière ont donné $19^{cc},6$ d'azote à 18° et 760^{mm} de pression;

» $0^{gr},373$ de matière ont donné $0^{gr},747$ de $BaSO^4$.

	Calculé pour C^4H^5SAzO.	Trouvé.		
C^4	41,70	42,4	»	»
H^5	4,35	4,4	»	»
Az	12,20	»	12,9	»
S	27,85	»	»	27,5
O	13,90	»	»	»

» *La sulfocyanacétone*, $CH^2,SCAz\text{-}CO\text{-}CH^3$, présente une huile inodore, très peu colorée à l'état de pureté, mais devenant d'un rouge très foncé par une longue exposition à l'air. Sa densité est de 1,209 à 0°, de 1,195 à 20°. Elle est peu soluble dans l'alcool, l'éther, etc. Elle n'est pas distillable sans décomposition, même dans le vide, et se volatilise à peine dans un courant de vapeur d'eau. Exposée dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, elle ne varie presque pas de poids après avoir perdu l'eau qu'elle pouvait renfermer. Cette extrême fixité fait croire à un polymère.

» Elle se dissout rapidement et avec dégagement de chaleur lorsqu'on l'agite avec une solution concentrée de bisulfite alcalin, et peut être séparée de cette solution par les réactifs ordinaires, mais on ne l'obtient jamais pure de cette manière.

» La réaction la plus caractéristique de la sulfocyanacétone et qui confirme en même temps la constitution assignée à la sulfocyanopropimine, est celle qu'elle donne avec le sulfocyanate d'ammonium. Il suffit de maintenir au bain-marie pendant quelques heures un mélange à équivalents égaux des deux matières pour constater la formation d'une grande quantité de sulfocyanate de sulfocyanopropimine, produit en vertu de l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} CH^2SCAz \\ | \\ CO \\ | \\ CH^3 \end{array} + AzH^3,HSCAz = H^2O + \begin{array}{l} CH^2SCAz \\ | \\ CAzH,HSCAz \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

» Le sel qui prend naissance dans cette réaction est en tous points identique avec le produit obtenu par l'action du sulfocyanate d'ammonium sur la monochloracétone. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Camphre chloronitré*. Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Wurtz.

« Si l'on fait réagir à chaud l'acide azotique fumant sur le camphre monochloré normal, on obtient, au milieu de produits d'oxydation et de destruction, un camphre monochloré, mononitré, répondant à la formule

$$C^{10}H^{14}Cl(AzO^2)O,$$

sous forme de magnifiques aiguilles blanches de plusieurs centimètres de longueur.

» 1. Les conditions les plus favorables à la formation de ce dérivé sont les suivantes :

» Le camphre monochloré est dissous dans quatre fois son poids d'acide azotique fumant. On chauffe doucement. Dès 65°, il se dégage de l'hypoazotide. La température s'élève peu à peu jusqu'à 115° environ. Dès que le poids du liquide azotique représente le poids du camphre monochloré employé, on cesse de chauffer. Ce résultat est atteint au bout d'une heure environ. On traite par l'eau froide, à plusieurs reprises, pour enlever l'excès d'acide azotique. La masse jaunâtre précipitée, insoluble dans l'eau, d'une odeur piquante, provoquant le larmoiement, a un aspect pâteux. On agite avec un grand excès d'ammoniaque concentrée. Celle-ci se colore aussitôt en rouge et abandonne insoluble et pulvérulent du camphre chloronitré qui est d'une grande blancheur, après lavage à l'eau.

» Une dissolution dans l'alcool chaud abandonne de magnifiques aiguilles prismatiques que nous n'avons point encore mesurées.

» 2. L'analyse a donné :

Pour 0,291 de matière...... 0,549 CO^2 et 0,1605 H^2O
Pour 0,27 de matière...... 0,1735 AgCl

» En centièmes :

	Expériences.	Pour $C^{10}H^{14}Cl(AzO^2)O$.
C................	51,45	51,83
H................	6,12	6,04
Cl................	15,89	15,33
Az................	»	6,04
O................	»	20,76
		100,00

» L'azote n'a pas été dosé. Il a été reconnu, du moins qualitativement. La formule $C^{10}H^{14}ClO^4$, qui théoriquement se rapproche des données de l'expérience, ne peut donc être invoquée.

» . Le camphre chloronitré est insoluble dans l'eau, médiocrement soluble dans l'alcool froid, très soluble à chaud. Il est soluble dans le chloroforme, le sulfure de carbone et l'éther. La solution éthérée alcoolique donne particulièrement, par évaporation lente, de magnifiques prismes très réguliers, qui peuvent servir à la mensuration.

» Ce corps a une odeur plus faible que le camphre monochloré, une saveur un peu piquante appréciable au bout d'un certain temps. Il est d'une grande blancheur.

» Le camphre chloronitré est lévogyre

$$[\alpha]_j = -6^\circ,2.$$

» Cette inversion du pouvoir rotatoire est particulièrement remarquable. Le camphre monochloré dévie

$$[\alpha]_j = +90.$$

» Le chiffre que nous donnons, $-6^\circ,2$, est la moyenne de plusieurs observations effectuées sur le corps chimiquement pur, provenant de plusieurs cristallisations et même d'opérations différentes.

» Le camphre chloronitré fond à 95°.

» Chauffé au delà de 100°, il se décompose complètement avec dégagement de vapeurs acides et dépôt charbonneux.

» 4. Notre corps est essentiellement comparable au camphre bromonitré $C^{10}H^{14}Br(AzO^2)O$ de Robert Schiff (1). Il se forme d'ailleurs dans des conditions analogues. R. Schiff fait bouillir plusieurs heures le camphre monobromé avec l'acide nitrique. Le camphre bromonitré apparaît en même temps que de l'acide camphorique.

» Dans la préparation du camphre chloronitré nous n'avons pas encore reconnu l'acide camphorique, mais bien la formation d'un acide chloré particulier, que l'ammoniaque entraîne dans le traitement que nous avons adopté.

» Sous les influences hydrogénantes, le camphre chloronitré, comme le camphre bromonitré, se transforme en camphre nitré $C^{10}H^{15}(AzO^2)O$.

» Nous reviendrons sur cette réaction, qui nous a permis de découvrir une combinaison définie de zinc et de camphre nitré et d'établir des affinités acides de ce corps.

» Robert Schiff donne au camphre bromonitré la formule théorique

$$C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C - AzO^2 \\ \| \\ C - OBr \end{array} \right.$$

transformable en camphre nitré

$$C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C - AzO^2 \\ \| \\ C - OH \end{array} \right.$$

Par une analogie rationnelle, notre camphre chloronitré serait

$$C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C - AzO^2 \\ \| \\ C - OCl \end{array} \right.$$

(1) R. Schiff, *Deutsch. chem. Gesellsch.*, p. 1402; 1880.

» Ces formules de constitution me semblent un peu prématurées et méritent d'être confirmées par des recherches plus approfondies sur les dérivés du camphre. »

CHIMIE ET BIOLOGIE. — *Sur la Cristalline ou Glaciale* (Mesembryanthemum cristallinum, *L.*). Note de M. **Ed. Heckel**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans sa récente Communication du 8 janvier sur le même sujet, M. Hervé Mangon s'exprime ainsi : « Ces faits sont peut-être déjà connus, » mais je n'en ai trouvé aucune trace dans les Ouvrages qu'il m'a été » donné de consulter. »

» Le savant académicien prévoyait avec raison que cette plante, singulière à tous égards, avait dû déjà attirer l'attention des observateurs, et, bien qu'au point de vue de l'économie rurale le travail ait entièrement le caractère de la nouveauté, ses prévisions étaient cependant très justes.

» La Glaciale s'étant répandue dans quelques parties de notre zone méditerranéenne avec plus ou moins d'abondance, j'avais été conduit à l'étudier à divers points de vue (botanique, histologique, chimique et thérapeutique), dans un travail inséré seulement dans le *Bulletin de la Société des Pharmaciens des Bouches-du-Rhône*. Cette publication est trop peu répandue pour que ce Mémoire soit connu. Mon but, en venant le rappeler ici, est bien moins d'établir une priorité que de mettre en relief la concordance réelle des résultats analytiques obtenus par M. Hervé Mangon et par moi, bien qu'en apparence les chiffres soient différents. Voici mes résultats (¹) :

Chlorure de sodium	0,07	0gr,16
Sel organique à base de potasse	0,09	
Matière organique	0,05	
Eau	0,80	
Total	1,00	

(¹) Mon analyse a porté sur la variété annuelle de l'espèce. Linné avait donné le nom de *Cristallinum* à l'espèce, sans distinguer l'état annuel de l'état bisannuel. Sur ce simple caractère, du reste très inconstant et sans valeur réelle, on a cru pouvoir établir un *M. cristallinum*, Haw., et un *M. glaciale*, Haw. Ce dernier seul serait annuel et resterait tel, ce qui n'est pas exact. C'est cependant cette variété qui domine dans notre Provence. Il peut se faire que les spécimens analysés par M. Hervé Mangon appartiennent à la variété constamment bisannuelle. Ce serait peut-être là une cause des différences constatées dans la composition chimique, si la dissemblance des climats seule ne suffisait pas à l'expliquer.

» Si l'on rapproche les chiffres de ceux de M. Hervé Mangon, on trouve que les plantes normandes ont renfermé, pour 100, 96gr,8 au lieu de 80gr d'eau; que le poids total des sels est de 1gr,390 au lieu de 16gr; enfin que la matière organique y est dans la proportion de 2 au lieu de 5 pour 100. En somme, le poids de l'eau a diminué, celui des sels a augmenté et celui de la matière organique aussi dans les plantes méditerranéennes. Ces résultats peuvent être la conséquence de la différence des climats, très sec en Provence et très humide en Normandie. Mais il n'en résulterait pas moins que, si, suivant la manière de voir de M. Hervé Mangon, la *Ficoïde* pouvait être employée comme plante à potasse, il conviendrait de donner la préférence, comme rendement minéral, à la variété qui, sous notre climat méditerranéen, paraît se développer comme dans sa propre patrie (1).

» Cela dit, je crois utile de rappeler quelques autres points bien établis par mon travail précité.

» Quand elle se développe bien, la Glaciale est remarquable par la multiplicité des petites perles, d'une transparence parfaite, qui couvrent toutes ses parties axiles et perpendiculaires, sauf la fleur (calice non compris). De grosses erreurs devenues classiques ont été accumulées sur la nature de ces *glandes*. Seul M. Martinet (*Annales des Sciences naturelles*, Bot., t. XIV, p. 142) les a étudiées de près, mais il n'en a pas suivi le développement dans la plante jeune, ainsi que j'ai cru devoir le faire. La graine à épiderme bosselé étant semée, il en sort une plantule dont les deux cotylédons sont couverts de simples soulèvements épidermiques, comme dans les pétales de la Pensée. Sur les secondes feuilles, ces papilles prennent l'aspect d'un poil unicellulaire, long, à base large et à pointe acérée. Même état sur la tige. Dans les feuilles suivantes, les poils perdent leur pointe, leur base se dilate et se déjette en un corps ellipsoïde, rattaché à l'épiderme par un étranglement linéaire. Seuls les poils de la face interne des pétales restent sous leur état primitif; cependant ils se font remarquer par une légère oblitération de la pointe et une coloration *rouge carmin* de leur contenu (2). Ce

(1) Elle s'est récemment introduite en Provence après avoir fait escale en Italie et dans le nord de l'Afrique. Ce sont les terrains secs et sablonneux, bien exposés au soleil, qui paraissent lui convenir le mieux. En outre, elle se trouve à l'état subspontané dans quelques îles du golfe de Marseille, où elle végétait admirablement il y a quelques années, mais où elle ne paraît pas devoir se maintenir ni se propager. Les graines y ont été sans doute introduites par quelque navire de commerce chargé de peaux d'animaux à laine.

(2) M. Contejean, dans ses remarquables recherches sur la présence de la soude dans les plantes marines, dit qu'on ne trouve jamais cet alcali, même sur celles qui fréquentent les

contenu vésiculaire, que certains auteurs considèrent comme une gomme, est liquide et semblable au suc général de la plante : quelques gouttes jetées dans l'eau y font naître un trouble opalin dû à un mucilage protoplasmique.

» Avec une telle composition, on comprend que cette plante ait donné des succès dans certaines affections qui sont justifiables de la médication alcaline. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les chromatophores de la* Sepiola Rondeletii. Note de M. **P. Girod**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Ces recherches, faites pendant l'été de 1882, au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, sur les chromatophores de la *Sepiola Rondeletii*, ont eu pour but de déterminer la nature exacte des prolongements périphériques qui partent en rayonnant de la cellule pigmentaire. Ces prolongements, désignés sous le nom de *fibres radiaires, muscles radiaires*, ont été considérés jusqu'ici : 1° comme des fibres musculaires, présidant à l'expansion du chromatophore (Kölliker, Muller, Boll, Klemenziewicz, etc.); 2° comme parties constituantes d'un appareil nerveux terminal (Hartwig). Je ne puis me rattacher ni à l'une ni à l'autre de ces opinions, d'après les observations suivantes :

» Chacun de ces prolongements, que j'appelle *faisceau radiaire*, se laisse diviser en deux parties : une cellule basilaire et un faisceau périphérique.

» Les cellules basilaires forment une couronne complète, suivant un grand cercle à la cellule pigmentaire. Ces cellules varient de forme suivant l'état considéré du chromatophore.

» Pendant la phase de contraction de la cellule pigmentaire, elles sont arrondies et présentent un noyau très apparent, rond, quelquefois échancré. A mesure que l'extension s'accentue, ces cellules s'aplatissent ainsi que leur noyau, suivant pour ainsi dire, en s'étalant, l'augmentation de la surface qu'elles entourent. Au maximum d'extension, elles sont réduites à une lame

---

terrains salés, ni dans les fleurs ni dans les fruits. Le végétal qui m'occupe a sans doute échappé à la vigilance de ce savant, car le calice, la corolle et l'ovaire même en renferment sans le moindre doute et en assez grande quantité. Cette expression n'infirme, du reste, en aucune façon la règle établie fort judicieusement par M. Contejean.

mince avec noyau filiforme et très long, et sont couchées sur la paroi de la cellule pigmentaire.

» Ces changements d'état sont très faciles à constater chez la *Sepiola*, et je ne les trouve indiqués ni dans les Mémoires ni dans les figures données par les auteurs. Ces cellules sont enchâssées dans les faisceaux périphériques.

» Ces faisceaux varient comme les cellules basilaires avec les mouvements du chromatophore. Cordons serrés et arrondis pendant la contraction, ils s'étalent à mesure que l'extension s'opère, atteignant une largeur cinq ou six fois plus grande que celle qu'ils présentaient tout d'abord. Au moment de cet épanouissement, le faisceau se montre constitué par de nombreuses fibrilles très fines, parallèles dans la région moyenne et divergeant aux deux extrémités du faisceau. Ces fibrilles sont accompagnées par des cellules conjonctives allongées, à noyau très apparent, qui s'accolent à la surface du faisceau comme sur les faisceaux conjonctifs dermiques voisins. Ces faisceaux s'envoient des ponts arciformes correspondant aux lignes de séparation des cellules basilaires et s'épanouissent en passant en avant et en arrière de ces cellules sur la paroi de la cellule pigmentaire. Du côté de la périphérie, chaque faisceau se divise en faisceaux secondaires qui divergent, se divisent à leur tour jusqu'au moment où les divisions ultimes sont réduites aux fibrilles déliées qui prennent part à la constitution du réseau conjonctif de la couche des chromatophores.

» L'action des réactifs alcalins et des matières colorantes, la grandeur considérable de ces faisceaux périphériques, leur structure fibrillaire et les rapports avec les cellules conjonctives aplaties qui les entourent me portent à considérer ces parties rayonnantes comme des faisceaux conjonctifs analogues à ceux du derme et ne différant que par leur orientation spéciale à la périphérie d'une cellule pigmentaire. Du reste, mon opinion peut encore s'appuyer sur les rapports de ces faisceaux avec les espaces interfasciculaires qui constituent la cavité où se meut le chromatophore.

» L'espace interfasciculaire est limité du côté de la périphérie par un tractus conjonctif fixé à deux faisceaux adjacents. Ce point de fixation détermine sur le faisceau un point de repaire exact. A mesure que le chromatophore se dilate, l'espace périphérique diminue et la portion du faisceau radiaire située entre le point fixe et la cellule pigmentaire se raccourcit et s'élargit à la fois, jusqu'au moment où ses fibres sont venues s'appliquer contre les tractus conjonctifs des espaces. Il y a eu raccourcissement des faisceaux, non par contraction de l'ensemble, mais par une sorte de disso-

ciation des fibrilles qui sont répétées par la cellule pigmentaire contre la barrière des tractus qui limitent son expansion. Cette observation me semble préciser nettement la nature conjonctive de ces faisceaux radiaires.

» Ces recherches m'amènent à refuser aux prolongements périphériques toute contractilité propre. Pour moi, le protoplasma de la cellule pigmentaire est l'agent de l'extension du chromatophore, phase active du mouvement. Il tend à rapprocher ses pôles et glisse en s'étalant dans la cavité formée et limitée par les faisceaux radiaires. Dans ce mouvement, le protoplasma entraîne la membrane cellulaire et la ceinture équatoriale des cellules basilaires.

» Lors de la contraction, le protoplasma est ramené à sa forme sphérique par l'élasticité de sa membrane et par l'action des cellules basilaires qui, aplaties et tiraillées, tendent à reprendre la forme primitive. Il y a donc, pour ainsi dire, deux éléments contractiles en présence, la cellule pigmentaire et les cellules basilaires, forces opposées et présidant la première à l'expansion, la seconde à la contraction du chromatophore. Cette interprétation peut seule répondre aux résultats si différents des expérimentateurs qui se sont occupés de la physiologie des chromatophores et de l'action des poisons sur ces curieux organes.

» Ces données trouveront, du reste, dans le développement une preuve nouvelle de mon interprétation. L'exposé de mes recherches embryogéniques fera l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie des Safrans connue sous le nom de* Tacon. Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« L'altération des oignons de Safran connue dans le Gâtinais sous le nom de *Tacon* ou *Taconnet* est caractérisée extérieurement par des taches d'un noir mat qui se montrent à la surface du bulbe dépouillé de ses tuniques. Ces taches peuvent s'étendre en gagnant sur leur pourtour le tissu sain. En dessous d'elles, la chair de l'oignon est altérée sur une plus ou moins grande profondeur : ce sont des sortes de chancres qui rongent profondément l'intérieur de l'oignon, dont le corps tout entier peut être rapidement changé, sous l'action de la maladie, en une sorte de terreau pulvérulent.

» Les caractères généraux du *Tacon* ont été bien étudiés et décrits, il y a un siècle, par Fougeroux de Bondaroy, mais on n'a jamais établi jusqu'ici

quelle est la véritable nature de la maladie et à quelle cause il la faut attribuer.

» Fougeroux de Bondaroy avait remarqué que les oignons gâtés par le *Tacon* peuvent communiquer leur mal aux oignons sains, quand ils se touchent les uns les autres, et de plus que la poussière provenant de leur désorganisation peut aussi propager l'infection. Il lui a semblé que le *Tacon* était fort analogue à la carie des blés.

» Depuis Fougeroux de Bondaroy, Montagne est le seul, à ma connaissance, qui ait étudié le *Tacon*. Il a bien aisément établi que la poudre formée par les tissus nécrosés ne ressemble en aucune façon à la carie du blé; mais, sans chercher à quelle cause est due la décomposition de l'oignon, il s'est borné à faire du parenchyme altéré une étude rapide d'où il tire cette conclusion, qu'il y a une grande analogie entre le *Tacon* du Safran et la maladie de la Pomme de terre.

» Incidemment, il annonce qu'il a constaté dans la plupart des bulbes malades la présence d'un Pyrénomycète du genre *Perisporium*, qui envahit la couche extérieure de la partie cariée; mais il paraît considérer l'apparition de ce petit Champignon sur les taches noires des oignons comme fortuite, et rien ne peut faire supposer qu'il ait soupçonné que le *Tacon* des Safrans soit causé par un parasite.

» L'examen attentif des taches de *Tacon* m'a toujours fait reconnaître, dans les tissus plus ou moins complètement désorganisés, la présence des filaments du mycélium d'un Champignon qui pénètre dans les cellules de la chair de l'oignon et les tue.

» Les altérations du parenchyme sont assez variables : toujours, cependant, les cellules, dans les parties nécrosées, se montrent desséchées, infiltrées d'air et colorées en brun; toujours elles forment un tissu friable et sans consistance; mais tantôt elles ont perdu tous les grains de fécule dont elles étaient remplies quand le tissu était sain, tantôt au contraire elles en contiennent encore des amas considérables qu'entoure un dépôt de matière brune. Les parois des cellules mortes sont en certaines places encore formées de cellulose; en d'autres points, elles n'en présentent plus les caractères, tout en conservant encore quelque consistance et se montrant seulement plus friables; dans d'autres enfin, elles sont désorganisées complètement et réduites en une sorte de poussière brune qui ressemble à du terreau.

» La partie nécrosée est séparée du tissu sain par une couche de périderme traumatique : elle forme ainsi un séquestre dans le corps inaltéré

de l'oignon, et la nécrose se trouve limitée tant que le mycélium du parasite n'a pas pu franchir la barrière que lui oppose la lame de périderme.

» Dans tous les tissus envahis par le *Tacon*, j'ai reconnu les mêmes filaments de mycélium et je ne puis hésiter à les considérer comme appartenant au parasite sous l'action duquel l'altération morbide se produit. Dans beaucoup de cas, j'ai trouvé de plus, dans les parties malades et en connexion avec les filaments du mycélium, de très petits corps noirs dont le diamètre ne dépasse guère en moyenne un dixième de millimètre. J'ai pu m'assurer que ces corps, que Montagne a considérés comme les périthèces d'un Pyrénomycète, et qu'il a décrits sous le nom de *Perisporium crocophilum*, n'ont pas la structure qu'il leur a attribuée. L'étude détaillée que j'en ai faite à divers états m'a conduit à les considérer comme des Sclérotes formés par les filaments pelotonnés du mycélium qui, sur une petite épaisseur, durcissent pour constituer une coque noire et friable, tandis qu'à l'intérieur non seulement ils ne durcissent pas, mais leurs parois se gélifient; le plasma qu'ils contiennent, et qui se voit d'abord sous forme de fils continus qui s'entrecroisent à travers la masse mucilagineuse, se divise ensuite et se condense en masses de taille et de forme assez variables.

» Des observations ultérieures seraient nécessaires pour décider si ces singuliers corps peuvent servir à la reproduction du Champignon et à la propagation de la maladie du *Tacon*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une inversion de température, observée en un point des Alpes, le 27 décembre* 1882. Extrait d'une Lettre de M. C. **Henry** à M. Faye.

« ... J'ai pu constater, le 27 décembre dernier (1882), l'existence d'un maximum de température, d'au moins 20° C., durant plusieurs heures et par un vent de nord-ouest, dans la vallée de la Doire, à la hauteur de Suze, à la station de Bujsoleno, sur la ligne de Turin à Modane. Pendant ce temps, le maximum de température ne dépassait pas +8°,3 à Turin et 5°,8 à Milan. Voici les détails de cette observation :

« Le 26 décembre 1882, je me trouvais le soir à Turin. Le Bulletin de l'Observatoire de Turin indiquait, pour la journée du 26 décembre, à 9^h du matin, +0°,5; à 3^h du soir, 4°,4; et à 9^h du soir, +2°,1, avec un maximum de +6°,0. Le vent était du nord-est.

» Le 27 décembre, je partis de Turin pour Modane vers 9^h du matin; la température était de 5° à 6° C.; il y avait sur la ville un brouillard assez dense, qui cessa à quelques kilomètres.

» A 11^h30 du matin (heure de Rome), j'arrivai à Bujsoleno, à 45^{km} de Turin. Le vent soufflait fort de l'ouest-nord-ouest et suivait la direction de la vallée. Sur les sommets, le vent soufflait du nord-ouest et sa direction était indiquée par la neige qu'il emportait comme une traînée de fumée blanche. Le ciel était pur, on voyait seulement quelques cirro-cumulus dans la direction du nord-est; ils couvraient à peine la dixième partie du ciel. Je fus tout surpris, en fermant une portière qu'on avait laissée ouverte, de trouver la température à l'extérieur plus élevée que dans le wagon. J'avais un thermomètre fronde, que je suspendis au dehors du wagon, au nord et à l'ombre. Le thermomètre marquait 20° C. L'altitude de Bujsoleno est de 439^m; par conséquent, de 200^m plus élevée que Turin (230^m), où le maximum le même jour n'était que de 8°,3. A la station d'Oulx, altitude 1066^m, je constatai 14° à 1^h; à Baulard (1144^m), 13° à 1^h20^m; et enfin à Bardonèche (1258^m), 11°,5 à 1^h35^m du soir. A la sortie du tunnel du côté de Modane, à 2^h10^m, je ne trouvai plus que 9° à 1100^m environ d'altitude.

» A 2^h50^m (heure de Rome), entre la gare de Modane et le tunnel, le thermomètre ne marquait plus que 8°.

» A Bardonèche (1258^m), je trouvai de nouveau la température plus élevée qu'à Modane : elle était de 10°,2 à 3^h30^m. L'accroissement de température continua à se manifester jusqu'à Bujsoleno, malgré l'heure avancée de la journée. En effet, le thermomètre, à Salbertrand (1007^m), marquait 13°,5 à 4^h; à Chiomonte (770^m), 14°,7, à 4^h30^m; à Meana (594^m), 16° à 4^h45^m; à Bujsoleno (439^m), 18° à 5^h15^m. Entre Avigliana et Rosta, à la hauteur de Rivoli (350^m environ), il n'y avait plus que 9°. A Turin, la température était encore plus basse, mais je n'ai pas de chiffre précis. La moyenne de la journée, dans cette ville, avait été de 5°,2, et le maximum de 8°,5.

» Sur aucun point de l'Italie, la température ne s'est élevée au-dessus de 16°, d'après le *Bulletin international du Bureau Central météorologique de France*, que M. Niepce fils a eu l'obligeance de me communiquer.

» En consultant ce *Bulletin*, j'ai pu m'assurer que le phénomène observé par moi n'était pas resté limité à la vallée de Suze, ainsi qu'on pouvait déjà le conclure de l'observation de Modane, qui donnait un maximum plus élevé que celui de Turin. Ce phénomène a dû aussi se reproduire pendant plusieurs jours consécutifs. En effet, à Briançon (1298^m), le maximum, qui était à 7° le 26 décembre 1882, s'élevait à 14°,5 le 27 décembre, c'est-à-dire plus haut qu'à Bardonèche, qui est à peu près à la même altitude et dans une vallée adjacente, et beaucoup plus haut (5°,5) qu'à Modane, située à 200^m plus bas. Le maximum était encore de 10° le 28 décembre à Briançon, et de 8°,2 le 29 décembre.

» A Gap (altitude 782^m), l'observation du 27 décembre 1882 manque; mais, le 28 décembre, le maximum était de 17°, le plus élevé en France pour ce jour-là, après celui du cap Béarn.

» J'espère pouvoir me procurer les observations correspondantes de

plusieurs points de la Savoie et celles de Suze, mais peut-être ne les aurai-je que dans quelques mois, et encore elles risquent d'être incomplètes. J'ai pensé que la publication de mes résultats pourrait provoquer de nouvelles Communications sur ce fait ou d'autres de même nature, et encourager les observations que la Société des Lettres, Sciences et Arts des Alpes-Maritimes se propose d'organiser. »

M. **Broch** fait remarquer, à cette occasion, que des faits semblables sont bien connus en Norvège et ont été constatés, il y a déjà plusieurs années, par des observations régulières. Ainsi, près de Christiania, à une distance à vol d'oiseau de 6^{km} à 7^{km} du centre de la ville, se trouve une montagne dont le sommet ne dépasse pas 450^{m} au dessus de la mer; un peu au-dessous du sommet, à 408^{m} d'altitude, un riche banquier de Christiania, propriétaire de cette montagne et de la forêt qui la couvre et l'environne, s'est construit un châlet bien connu des touristes, Frognersaetenn, où il a organisé des observations météorologiques régulières. Ces observations ont été discutées par M. Mohn, directeur de l'Institut météorologique de la Norvège, savant bien connu par ses travaux sur la Météorologie.

M. Mohn a constaté que les températures en ce point, surtout pendant l'hiver, sont très souvent beaucoup plus élevées que dans la ville de Christiania, et il a expliqué ce fait par plusieurs considérations diverses. Le propriétaire du chalet y va presque toujours passer les vacances avec sa famille, à cause de la température plus agréable qu'il y trouve. Très souvent, au milieu de l'hiver, on y jouit d'un temps magnifique et d'un beau soleil, avec une température voisine de zéro, pendant que, dans la ville de Christiania, le ciel est couvert et la température est de 10° à 15° au-dessous de zéro.

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, de la part de M. *Habich,* directeur de l'École des constructions civiles et des mines de Lima, d'une publication récemment entreprise par cet établissement sous le nom d'*Anales de construcciones civiles y de minas del Perú.* Ce Recueil, écrit en langue espagnole, est déjà représenté par deux volumes.

« Dans le premier volume figurent, entre autres Mémoires, un travail de M. A. Raimondi, sur le magistral employé dans le traitement des minerais d'argent par la méthode américaine, et un Mémoire de M. Du Chatenet

ancien élève de l'École des Mines de Paris, professeur à l'École des Mines de Lima, sur les célèbres mines d'argent du Cerro de Pasco, qui, malgré leur grande altitude (4327^m) pour la ville de Pasco, sont exploitées depuis plus de deux siècles.

» Le second volume est occupé en grande partie par une étude de M. A. Raimondi, sur l'ensemble des sources minérales du Pérou; un travail sur la *manière de construire des anciens Péruviens* par M. Charlon, ingénieur civil et professeur à l'École y est joint.

» L'histoire du Pérou peut être divisée en trois époques, primitive, antique et historique, et c'est cette dernière, que l'on peut partager elle-même en historique antérieure aux Incas et contemporaine de ceux-ci, que l'auteur examine.

» Les monuments en pierre travaillée sont rares, parce que les Péruviens ne connaissaient pas les outils en fer : les seuls outils qu'ils avaient étaient en un alliage de cuivre plus ou moins durci (que le texte désigne improprement sous le nom de cuivre trempé).

» Cependant les ruines de Tiahuanaco, Ollantaytambo, la localité nommée « la Fortaleza » et d'autres, renferment des pierres travaillées, et même avec une admirable perfection; mais ces constructions correspondent à une époque très ancienne et bien antérieure à l'histoire des Incas. Les carrières où toutes ces pierres paraissent avoir été exploitées se trouvent à 75^{km} en ligne droite de la population actuelle de Tiahuanaco, dans l'isthme qui joint la péninsule Copacabana avec la terre ferme.

» Dans la carrière on divisait la pierre, en la chauffant, suppose-t-on, par la combustion de paille, et ensuite par une projection d'eau froide, qui déterminait la rupture en morceaux de toutes dimensions.

» Pour élever les matériaux, on faisait des plans inclinés dont on augmentait la longueur, à mesure que le travail gagnait en hauteur. On employait aussi, à cet effet, des cordes et des câbles que fabriquaient les Indiens.

» Les outils employés par les anciens Péruviens pour la taille des pierres étaient les uns en alliage de cuivre durci, d'autres en pierre très dure. Les premiers avaient la forme de nos ciseaux, c'est-à-dire qu'une des extrémités se terminait en pointe, et l'autre en forme de couteau. Il existe aussi des haches du même alliage de cuivre, dont le bord est arrondi et dont le manche s'introduisait dans un trou ménagé au travers du métal, de manière à rester perpendiculaire au plan vertical passant par le bord.

Quelques-uns de ces instruments sont remarquables par leur dureté. Une analyse de Rivero y a signalé :

Cuivre	94
Étain	6
	100

» C'est sans motif suffisant que la cause de leur dureté a été attribuée à une petite quantité de silicium. Peut-être un martelage contribuait-il à ce résultat.

» Pour sculpter la pierre et y produire des bas-reliefs, on couvrait avec de la cendre les lignes du dessin qui devaient rester en relief; ensuite on chauffait toute la surface. Les parties de la pierre qui étaient soumises immédiatement au feu se décomposaient, et faisaient des creux plus ou moins profonds, tandis que la superficie garantie par la cendre, corps mauvais conducteur de la chaleur, restait intacte. Pour finir son travail, le sculpteur n'avait plus qu'à repasser légèrement avec son ciseau de métal.

» Le plâtre (*pachachi*) s'employait de plusieurs façons; quelquefois mélangé à une espèce de bitume très abondant dans quelques régions du Pérou, il formait une pâte qui durcissait rapidement et cimentait très fortement. Le mélange de chaux (*iscu*) et d'une espèce de bitume servait pour la construction des canaux d'irrigation. Les argiles servaient à faire des briques crues et les ciments.

» Dans quelques localités on faisait usage d'une pierre calcaire à laquelle on ajoutait une quantité variable d'argile, comme pour fabriquer une sorte de chaux hydraulique. Malgré leur variété et la grande quantité de bois qu'ils possédaient, les Péruviens en faisaient très peu usage dans les constructions et en limitaient l'emploi aux portes, aux fenêtres et aux toits; ils employaient aussi des roseaux.

» De grosses briques crues atteignaient de 1^m à $1^m,50$ de long sur $0^m,75$ à 1^m d'épaisseur. Les ouvrages en terre sont particulièrement communs sur les côtes du Pacifique.

» Dans les constructions ordinaires, en pierre brute ou en briques crues, l'épaisseur des murs ne dépasse pas $0^m,40$; il en est toutefois de 7 à 8^m, et, dans certains murs d'aqueduc, l'épaisseur a été portée jusqu'à 12^m, à cause des tremblements de terre. Quand les Indiens voulaient faire des murs de grande résistance, n'ayant à leur disposition que de petits maté-

riaux, ils obtenaient de la solidité, en en formant deux, trois ou plus les uns derrière les autres.

» Les mesures employées par les anciens Péruviens étaient une variété de la brasse et ses divisions. Les Aymaraes et les Quechuas appelaient *loca* la longueur du bras, soit $0^{m},60$ à $0^{m},65$, et *vicu* la longueur mesurée entre le pouce et l'index, c'est-à-dire le quart de la loca. Pour la mesure des terrains les Quechuas employaient le *tupu*, ou superficie carrée de 100 locas de côté.

» Les Indiens connaissaient la numération décimale aussi parfaite et aussi complète que la nôtre, dit l'auteur qui, on doit le regretter, n'a pas démontré son assertion.

» La publication dont il s'agit a déjà fait connaître beaucoup de faits relatifs à un pays fort remarquable au point de vue de sa constitution géologique et minéralogique. Il présente un intérêt réel, et il mérite d'être encouragé. Il fait honneur à M. Habich, géomètre fort distingué, à qui l'on doit la fondation de l'École, qu'il continue à diriger avec succès, malgré les circonstances exceptionnellement difficiles qui sont la conséquence de la guerre. »

M. **Hébert** présente, de la part de l'auteur, M. le marquis *Antonio de Gregorio*, de Palerme, plusieurs ouvrages en langue italienne, savoir :

1° Un Mémoire in-4° contenant la description des Céphalopodes et Gastéropodes des couches de S. Giovanni Ilarione (106 p. et 9 pl., 1880);

La description de cette faune a pour les géologues français un grand intérêt, en raison des nombreuses espèces du calcaire grossier qu'elle renferme;

2° Un Mémoire sur la faune plus récente des argiles écailleuses de Sicile (60 p. in-4° et 3 pl., 1881);

3° Un Mémoire sur les fossiles des couches crétacées à *Hippurites cornucopiæ* Defr., des environs de Pachino, et sur des fossiles tertiaires de la même région (22 p. in-8° et 4 pl., 1882);

4° Quatre autres Notes de 1882 sur la géologie de la Sicile : l'une sur des fossiles jurassiques, la deuxième sur des espèces tertiaires nouvelles, la troisième sur le relevé de la carte géologique de Sicile, la quatrième sur certaines localités du pourtour de l'Etna.

Ces divers travaux témoignent de l'activité scientifique de l'auteur, qui mérite tous les encouragements des géologues.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 février 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publié par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. CI. Paris Impr. nationale, 1882; in-4°.

Flore forestière de la Cochinchine; par L. Pierre; fascicule I, II, III, IV. Paris, O. Doin; in-f°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1883. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-12.

Etudes de médecine et d'hygiène publique. Etudes sur l'assistance hospitalière dans la ville de Bordeaux et sur diverses questions d'hygiène publique; par le Dr Levieux. Bordeaux, impr. Ragot, 1874-1882; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Mémoire sur la fièvre typhoïde qui a régné à Nancy pendant les années 1878-1879; *par* le Dr Daga. Paris, V. Rozier, 1882; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

A. Nicaise, *La Sépulture de Champagny. Première époque du fer. Le Cimetière mérovingien de l'Académie. — Découvertes faites à Saint-Memmie et à Chalons-sur-Marne. — L'époque du bronze dans le département de la Marne. Le Cimetière des Varennes. — La grotte dolmen de la Garenne de Verneuil. Station préhistorique de Saint-Martin-sur-le-Pré. — Silex associés au fer dans les sépultures de Sablonnières. — La chambre de justice.* Chalons-sur-Marne, 1878-1882; 6 br. in-8°.

Sur une transformation des équations de l'Hydrodynamique; par Ph. Gilbert. Bruxelles, F. Hayez, 1883; br. in-8°.

Paléontologie française; 1re série : *Animaux invertébrés, terrain jurassique*, livr. 5, 8. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Nova acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ Naturæ curiosorum; vol. XLII-XLIII. Halle, E. Blochmann, 1881-1882; 2 vol. in-4°.

Annaes do Observatorio do Infante D. Luiz; vol. XVII, 1879. — *Observações dos postos meteorologicos, segundo o plano adoptado no Congresso de Vienna d'Austria*, 1880. Lisboa, Imp. nacional, 1882; 2 livr. in-4°.

The norwegian north-atlantic expedition 1876-1878. VIII : *Zoology, Mollusca.* I. *Buccinidae; by* H. FRIELE; IX : *Chemistry*, I. *On the solid matter in sea-water;* II : *On oceanic deposits; by* L. SCHMELCK. Christiania, 1882; 2 vol. in-4°.

Thermochemische Untersuchungen, von J. THOMSEN; t. I, II. Leipzig, J.-A. Barth, 1882; 2 vol. in-8°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; new series, vol. IX; whole series, vol. XVII. Boston, John Wilson, 1882; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. XIII : *Indici degli articoli e dei nomi;* t. XV, marzo 1882. Roma, 1880-1882; 2 livr. in-4°.

Investigaciones filosofico-matematicas sobre las cantidades imaginarias; por APOLINAR FOLA IGURBIDE; primera Seccion. Valencia, imp. Manuel Alufre, 1881; in-8°. (Deux exemplaires.)

Le Triparty de Nicolas Chuquet. En Laerebog i Arithmetik og Algebra fra 1484 (af. J.-P. GRAM). Copenhague, sans date; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 FÉVRIER 1883.

Ministère des Travaux publics. Etudes des gîtes minéraux de la France, publiées sous les auspices de M. le Ministre des Travaux publics par le service des Topographies souterraines. Bassin houiller de la Loire; par L. GRUNER. 2e Partie : *Description détaillée des districts houillers;* texte in-4°, avec atlas grand-aigle. Paris, A. Quantin, 1882.

Traité élémentaire d'hygiène privée et publique; par A. BECQUEREL; septième

édition, avec additions et bibliographies par M. le Dr F.-L. Hahn. Paris, Asselin et Cie, 1883; in-8° relié.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; cinquième série, t. VI, 1881. Besançon, imp. Dodivers, 1882; in-8°.

Le cuivre et le plomb dans l'alimentation et l'industrie; par E.-J.-Ar. Gautier. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-12. (Présenté par M. Vulpian.)

Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Service de la Carte géologique du royaume. Explication de la feuille de Ciney; par MM. E. Dupont et M. Mourlon. Bruxelles, F. Hayez, 1882; in-8°, avec carte grand-aigle.

ERRATA.

(Séance du 19 février 1883.)

Page 490, ligne 14, *au lieu de* M. Stoltzer, *lisez* M. Holtzer.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MARS 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des satellites de Neptune, d'Uranus et de Saturne faites à l'équatorial de la tour de l'Est de l'Observatoire de Paris, par MM.* Paul *et* Prosper Henry. Note de **M. Mouchez.**

« La grande lunette de l'Observatoire de Paris, de $0^{m},38$ d'ouverture, acquise sous la direction d'Arago, en 1849, était depuis bien des années à peu près hors de service par suite de l'altération de l'objectif, très attaqué par l'humidité. Cet objectif n'avait d'ailleurs jamais été très bon.

» MM. Paul et Prosper Henry viennent d'en construire un nouveau, de même dimension, que nous venons d'adapter à cette lunette, à la place de l'ancien, installé en 1854 sur le pied équatorial de la tour de l'Est.

» Les premiers essais ont donné des résultats extrêmement satisfaisants, et nous nous trouvons avoir aujourd'hui la meilleure lunette qu'ait jamais eue l'Observatoire de Paris. Bien que nous ne soyons pas encore au niveau de certains Observatoires étrangers, sous le rapport de la puissance des instruments, nous pouvons attendre maintenant avec un peu moins d'impatience la fin de la construction, déjà très avancée, de la grande lunette

de $0^m,74$ d'ouverture, pour laquelle nous possédons aujourd'hui un emplacement disponible.

» Depuis que le nouvel objectif est en place, MM. Henry ont observé régulièrement les satellites de Saturne, d'Uranus et de Neptune, ce qui n'avait jamais pu se faire encore à l'Observatoire de Paris.

» Voici les premiers résultats obtenus :

Observations des satellites de Neptune, d'Uranus et de Saturne, faites à l'équatorial de la tour de l'Est de l'Observatoire de Paris, par MM. PAUL *et* PROSPER HENRY.

Satellite de Neptune.

Dates. 1883.	Heure de l'observation T. M. de Paris.	Distance au centre de la planète.	Angle de position.	Nombre de comparaisons.
	h m	"	°	
Février 2	8.17	15,2	»	12
» 2	8.29	»	38,5	5
» 5	7.57	16,2	»	18
» 5	8. 8	»	213,8	8
» 23	8.27	12,9	»	10
» 23	8.39		208,9	4

Satellites d'Uranus.

OBERON.

Janvier 30	13. 6	27,7	»	8
» 30	13.13	»	5,8	5
Fevrier 2	11.18	42,0	»	18
» 2	11.30	»	18,0	6
» 9	11.45	37,6	»	10
» 9	11.57	»	199,7	
» 13	12.29	35,6	»	12
» 13	12.35	»	11,5	6
» 16	11.53	35,8	»	16
» 16	11.56		18,9	5

TITANIA.

Janvier 30	13.27	26,3	»	8
» 30	13.37	»	186,6	6
Février 5	12. 6	32,0	»	10
» 5	12.17	»	17,7	5
» 9	11.45	35,1	»	10
» 9	11.57	»	197,8	6

Satellite de Saturne.

ENCELADE.

Dates. 1883.	Heure de l'observation T. M. de Paris.	Distance au centre de la planète.	Angle de position.	Nombre de comparaisons.
	h m	"	°	
Février 6	7.59	37,2	»	16
» 6	8.12	»	98,1	6

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille;* par M. E. STEPHAN. (Suite.)

Numéros d'ordre.	Position moyenne pour 1880,0. Ascension droite.	Distance pol. nord.	Époque de l'observation.	Description sommaire.
	h m s	° ' "		
51..	13.36.53,95	59.32.48,3	1881,4	Très faible; très petite; ronde; condensation centrale sans point brillant.
52..	13.36.54,27	59.34.12,2	1881,4	Faible; petite; ronde; graduellement et assez fortement condensée au centre; petit point brillant central. Notablement moins faible que 51.
53..	13.37. 9,18	59.26.27,2	1881,4	Excessivem. excess. faible; petite; ronde; condensation centrale.
54..	13.37.26,59	59.31.34,2	1881,4	Assez faible; très petite; ronde; nettement condensée vers le centre.
55..	13.37.56,13	59.19.35,6	1881,4	Étoile de 14e grandeur entourée d'une nébulosité faible; petite; ronde; graduellement condensée vers l'étoile centrale.
56..	13.39.24,39	59.37.30,7	1881,4	Faible; petite; irrégulière; plusieurs petits points brillants.
57..	13.47.55,15	49.49.37,5	1881,4	Excessivement excess. faible; assez étendue; irrégulièrement arrondie; diamètre = 1',5 environ; condensation graduelle centrale faible; paraît résoluble.
58..	14. 4.57,55	69.49.12,8	1882,3	Très faible et très petit fuseau NO-SE; enveloppant plusieurs très petites étoiles.
59..	14. 5.32,56	50.32.17,5	1882,4	Excessivem. excess. faible; assez petite; arrondie; un peu condensée vers le centre.
60..	14. 5.37,48	63.44.11,1	1882,4	Faible; petite; ronde; un peu de condensation; paraît résoluble.
61..	14. 5.41,87	53.31. 8,7	1882,4	Assez faible; assez petite; ronde; condensation graduelle centrale; paraît résoluble.
62..	14. 7. 0,40	64.48. 2,2	1882,3	Excessivem. excess. faible et petite; ronde; un peu de condens. centrale.
63..	14. 7.46,16	53.43.21,0	1882,3	Faible; excessivem. excess. petite; ronde; un point brillant central.
64..	14. 8.13,38	68.35.23,1	1882,4	Assez faible; excessivem. petite; ronde; condens. graduelle centrale.
65..	14.11.20,71	96.51.33,4	1881,4	Excessivement faible et petite; enveloppe une petite étoile.
66..	14.35.27,40	55.29.20,4	1882,4	Excessivem. excess. faible; assez étendue; ronde; vaporeuse; très peu de condensation centrale.
67..	14.39.38,65	67.34.39,5	1882,4	Excessivem. excess. faible; très petite; un point un peu brillant.
68..	14.57.23,79	66.11.36,7	1882,4	Excessivem. faible; très étendue; irrégulièrement arrondie; un point de condensation.
69..	14.59.28,40	68.27.39,3	1882,4	Excessivement excess. faible; très petite; ronde; faible condensation graduelle centrale.
70..	15. 1.20,74	50. 0.50,3	1881,4	Assez faible; assez petite; ronde; condensation centrale avec point brillant; paraît résoluble.
71..	15.14.24,61	47.41.47,5	1882,5	Faible; très petite; ronde; enveloppe une ou plusieurs très petites étoiles.
72..	15.17. 8,71	58.20. 4,2	1882,4	Deux petites étoiles dont la plus boréale paraît entourée d'une nébulosité très faible, très petite, irrégulière.

Numéro d'ordre.	Position moyenne pour 1880,0 — Ascension droite.	Position moyenne pour 1880,0 — Distance polaire.	Époque de l'observation.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″		
73..	15.26.58,96	85.36.29,7	1881,4	Petite étoile entourée d'une très légère nébulosité; celle-ci touche presque une autre très petite étoile.
74..	15.27.11,39	49. 9.47,2	1882,5	Très faible; petite; ronde; précédée par une petite étoile un peu plus boréale.
75..	15.34.41,21	68. 8.24,9	1882,5	Très faible; très petite; irrégulièrement arrondie; enveloppe plusieurs petits points brillants; peu de condensation centrale.
76..	15.52.20,02	73.22.15,7	1881,4	Excessivem. excess. faible et petite; beaucoup plus faible que le n° 77.
77..	15.52.22.35	73.20.36,6	1881,4	Faible; petite; ronde; condensation centrale.
78..	15.53.55,70	68.53.20,2	1882,5	Excessivem. excess. faible; entoure une très petite étoile; paraît en atteindre deux autres plus faibles.
79..	15.59.50,40	65.44.27,1	1881,5	Faible; petite; ronde; condensation graduelle centrale; noyau brillant; au NO d'une étoile 10e.
80..	16. 1.25,00	81.41.52,5	1882,4	Faible; ronde; diam. = 1′ environ; très peu de condensation centrale.
81..	16. 3.27,67	50.44.57,8	1882,5	Très petite étoile entourée d'une nébulosité excess. faible; très petite ronde.
82..	16. 6.17,46	65.43.32,8	1881,5	Petit point brillant entouré d'une faible et petite nébulosité. On croit distinguer d'autres petites étoiles très voisines enveloppées dans la nébulosité. Petit amas?
83..	16.17. 6,38	53.20.20,8	1882,5	Assez faible; excess. petite; ronde; condensation centrale avec petit noyau.
84..	16.17.41,76	50.46.59,4	1882,5	Très faible; modérément étendue; irrégulièrement arrondie; vaporeuse.
85..	17.50.44,21	71.38.33,5	1881,6	Assez faible; assez petite; ronde; condens. centrale avec point brillant.
86..	17.50.48,57	71.36.27,1	1881,6	Même aspect que le n° 85, mais un peu plus faible.
87..	18. 0.34,62	71.28.24,8	1882,5	Très faible; assez petite; arrondie; enveloppe plusieurs petits points brillants.
88..	18. 6.25,68	58.54.31,3	1880,5	Modérément brillante; petite; ronde; paraît résoluble.
89..	18.10.48,45	65. 7.31,9	1880,6	Assez faible; très petite; ronde; condensation graduelle centrale; tangente à une très petite étoile O 10° N.
90..	18.59.30,57	96.10.23,4	1881,6	Brillante; petite; ronde; condensation centrale.
91..	19.47.52,01	102.52.46,6	1881,6	Petit fuseau; très faible; allongé de NE à SO; longueur = 1′,5 environ.
92..	19.48. 0,18	102.59.54,3	1881,6	Très faible; assez étendue; arrondie; pas de condensation; diffuse.
93..	20.20.33,48	47.54.20,1	1881,7	Très faible; très étendue; irrégulièrement arrondie; sans condensation bien formée. On a visé un point qui paraît cependant un peu moins faible; touche à l'ouest une étoile 10e et une étoile 10e-11e.
94..	23. 1.53,12	96.36.50,1	1881,7	Très faible; petite; ronde; très légèrement condensée vers le centre.
95..	23.37.51,90	64.35.26,2	1881,8	Excessivem. faible; assez étendue; irrégulièrement ovoïde; allongée de E à O; deux points de condensation.
96..	23.47.24,36	82.32.58,5	1881,8	Excessivem. faible; Très petite; ronde; un peu de condens. centrale; excentriquement un petit point brillant.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
			h m s	° ′ ″	
51.......	886-887 Weisse (n. c.) H. XIII.	8	13.43. 4,95	59.32.26,8	Cat. W.
52.......	id.		»	»	»
53.......	id.		»	»	»
54.......	id.		»	»	»
55.......	670-671 Weisse (n. c.) H. XIII.	9	13.34.29,30	59.21. 6,5	Cat. W.
56.......	886-887 Weisse (n. c.) H. XIII.	8	13.43. 4,95	59.32.26,8	Cat. W.
57.......	1093 Weisse (n. c.) H. XIII.	7.8	13.50.47,41	49.56.52,9	Cat. W.
58.......	4643 Rumker		14. 8.19,81	69.51.27,3	Cat. R.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité
		e	h m s	° ′ ″	
59.......	117 Weisse (n. c.) H. XIV.	8	14. 6.58,15	50.36.16,6	Cat. W.
60.......	26145 Lalande	8.5	14.11. 0,10	63.47.19,4	Cat. L.
61.......	205 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	14.11. 0,08	53.29.39,2	Cat. W.
62.......	119 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	14. 7.13,65	64.45.16,1	Cat. W.
63.......	166-167 Weisse (n. c.) H. XIV.	7	14. 9. 6,74	53.50. 4,3	Cat. W.
64.......	218 Weisse (n. c.) H. XIV.	8.9	14.11.35,75	68.26.35,3	Cat. W.
65.......	142 Weisse (a. c.) H. XIV.	8	14.10.16,88	96.54.23,9	Cat. W
66.......	730 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	14.35.41,25	55.34.21,2	Cat. W.
67.......	943-944 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	14.44.49,83	67.36.16,7	Cat. W.
68.......	1293 Weisse (n. c.) H. XIV.	9	15. 0.35,81	66. 8.51,9	Cat. W.
69.......	7 Weisse (n. c.) H. XV.	8.9	15. 2.47,06	68.26.52,2	Cat. W.
70.......	6 Weisse (n. c.) H. XV.	9	15. 2.21,86	49.55.47,0	Cat. W.
71.......	305-307 Weisse (n. c.) H. XV.	7.8	15.14.46,36	47.49.20,8	Cat. W.
72.......	538 Weisse (n. c.) H. XV.	7	15.25.31,75	58.18. 3,2	Cat. W.
73.......	28294 Lalande	8	15.26. 1,96	85.31.25,1	Cat. L.
74.......	554 Weisse (n. c.) H. XV.	8	15.25.47,29	49.12.22,5	Cat. W.
75.......	733 Weisse (n. c.) H. XV.	8.9	15.32.36,49	68. 9.55,5	Cat. W.
76.......	1304 Weisse (n. c.) H. XV.	7	15.53.20,89	73.26.36,2	Cat. W.
77.......	id.		»	»	»
78.......	1264 Weisse (n. c.) H. XV.	9	15.51.41,93	69. 2.39,5	Cat. W.
79.......	377 Weisse (n. c.) H. XVI.	9	16.13.37,89	65.54.18,3	Cat. W.
80.......	1114 Weisse (n. c.) H. XV.	7	15.59.49,71	81.34.35,1	Cat. W.
81.......	46 Weisse (n. c.) H. XVI.	8	16. 3. 5,98	50.50.58,9	Cat. W.
82.......	377 Weisse (n. c.) H. XVI.	9	16.13.37,89	65.54.18,3	Cat. W.
83.......	509 Weisse (n. c.) H. XVI.	9	16.17.51,81	53.27.32,8	Cat. W.
84.......	501-502 Weisse (n. c.) H. XVI.	9	16.17.23,04	50.46.36,6	Cat. W.
85.......	1601 Weisse (n. c.) H. XVII.	7.8	17.51. 8,54	71.39.16,2	Cat. W.
86.......	id.		»	»	»
87.......	108 Weisse (n. c.) H. XVIII.	8	18. 5.28,67	71.31.13,7	Cat. W.
88.......	274 Weisse (n. c.) H. XVIII.	9	18.10.47,70	59. 2.12,6	Cat. W.
89.......	6323 Rumker		18. 8.17,07	65.12.32,5	Cat. R.
90.......	1407 Weisse (a. c.) H. XVIII.	8	18.56.53,09	96. 0. 7,3	Cat. W.
91.......	1230 Weisse (a. c.) H. XIX.	8.9	19.50.25,39	102.53. 0,4	Cat. W.
92.......	1248 Weisse (a. c.) H. XIX.	9	19.51. 6,34	103. 2.49,5	Cat W.
93.......	725 Weisse (n. c.) H. XX.	7	20.21.14,81	47.47.18,4	Cat. W.
94.......	45340 Lalande	7	23. 4.26,74	96.36.37,1	Cat. L.
95.......	11510 Rumker	9	23.37.47,71	64.33.29,4	Cat. R.
96.......	1046 Weisse (a. c.) H. XXIII.	9	23.52.15,76	82.34.58,2	Cat. W.

Remarques.

N° 58. — Probablement identique avec 3800 J.-F.-W. Herschel.

N° 64. — La description ci-dessus est du 10 mai 1882. Une description antérieure, du 26 avril 1870, indiquait « étoile 15ᵉ nébuleuse ».

N° 65. — S'étend presque en entier à l'est de la petite étoile; c'est à celle-ci que se rapporte la position donnée ci-dessus.

Nᵒˢ 85 et 86. — Paraissent être identiques avec 4348 et 4349 J.-F.-W. Herschel dont les positions seraient un peu erronées.

N° 87. — Distincte de 4377 J.-F.-W. Herschel et de 5892 Dreyer.

N° 89. — La description ci-dessus est du 27 juillet 1880; une description antérieure, du 6 juillet 1874, indiquait « étoile 14ᵉ nébuleuse ».

N° 90. — C'est 5940 Dreyer, dont la distance polaire est erronée de 2′ dans le catalogue.

N° 95. — Identique avec 5004 J.-F.-W. Herschel. La position du catalogue est erronée; la description diffère aussi de la description ci-dessus.

N° 96. — Distincte des nébuleuses voisines 5025-26-27-28 J.-F.-W. Herschel. »

ASTRONOMIE. — *Comète Brooks et Swift (a I, 1883). Observations faites à l'Observatoire de Marseille*; par M. E. STEPHAN.

Dates. 1883.	Heures des observations (temps moyen de Marseille).	Ascension apparente de la comète.	Distance polaire apparente de la comète.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Févr. 26...	7.59.31	23.24.28,81	58.51.58,2	$-\bar{1},6901$	$-0,6384$	*a*	Coggia.
27...	7.29.22	23.33.48,81	58.36. 1,0	$-\bar{1},7042$	$-0,6831$	*a*	Id.
28...	7.22.25	23.43.22,33	58.21.57,8	$-\bar{1},7076$	$-0,7006$	*b*	Id.
Mars 1...	4.42.17	23.53. 8,29	58.11. 3,2	$-\bar{1},7062$	$-0,7465$	*c*	Borrelly.
3...	7.18.53	0.12.21, 0	57.55. 3,8	$-\bar{1},7100$	$-0,7035$	*d*	Id.

» Le 28 février, la comète est très belle, très brillante vers le centre, aspect granuleux comme une nébuleuse résoluble. Queue rectiligne, faible, très déliée, opposée au Soleil et longue de 18′ environ.

» Le 1er mars, la comète est très brillante; aspect de nébuleuse résoluble, petite queue opposée au Soleil.

» Le 3 mars, même aspect que le 1er mars.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		e	h m s	° ′ ″	
a	45937 Lalande....................	8,0	23.23. 4,14	58.50.50,1	Cat. L.
b	46691 Lalande....................	9,5	23.44.21,98	58.29.15,4	Cat. L.
c	1073 Weisse (*N. C.*), H. XIII....	7,8	23.52.51,28	58.16.11,3	Cat. W.
d	372 Laland....................	7,0	0.14.42,41	57.40. 2,8	Cat. L.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la faculté prolifique des agents virulents atténués par la chaleur, et de la transmission par génération de l'influence atténuante d'un premier chauffage*; par M. A. CHAUVEAU.

« On peut s'assurer de deux manières que l'atténuation par le chauffage n'implique aucune altération de la vitalité ou de la faculté prolifique des agents virulents que l'action de la chaleur a privés de leurs propriétés infectieuses : 1° au moyen même de la culture de première génération soumise au chauffage, en montrant que l'évolution n'a été que momentanément suspendue par cette opération; 2° à l'aide d'une culture de deuxième géné-

ration, en prouvant que la semence fournie par le liquide de la culture primitive, avant la reprise de son développement, féconde parfaitement un nouveau terrain.

» Pour utiliser le premier procédé, il suffit de placer les matras à culture, au sortir de l'étuve à $+ 47^{\circ}$, dans un autre thermostat chauffé seulement à $+ 32^{\circ}$, 35°. L'évolution alors reprend son cours normal; la prolifération continue et le développement s'achève par la formation d'un grand nombre de vraies spores. Par l'aspect d'ensemble, par les caractères microscopiques, ces cultures ne diffèrent pas sensiblement de celles qui n'ont pas été soumises à ces conditions spéciales, à moins que le chauffage n'ait été trop prolongé. En général, quatre heures de chauffage à $+ 47^{\circ}$ n'empêchent pas l'évolution ultérieure et la troublent à peine.

» Mais ce n'est pas à cette constatation brute de la conservation de la faculté prolifique, au sein des cultures dont le développement a été arrêté par l'action de la chaleur, qu'on doit accorder la plus grande attention. L'intérêt qui s'attache à ce point réside surtout dans l'étude de l'influence de la durée du chauffage sur la reprise de l'évolution et dans la comparaison des résultats qu'on obtient alors avec ceux qui ont été donnés par l'inoculation.

» On a vu, dans ma première Note, que l'inoculation montre l'atténuation d'autant plus marquée que la durée du chauffage a été plus longue. Mais je rappellerai aussi qu'il arrive souvent, dans les conditions où j'ai le plus habituellement fait agir la chaleur, que les cultures perdent toute activité infectieuse dès le premier stade du chauffage, soit après une heure d'exposition à la température $+ 47^{\circ}$. Il n'est plus alors possible de constater l'accroissement graduel de l'influence de la chaleur. Mais ce que l'inoculation n'est pas capable de nous apprendre peut nous être révélé avec la plus grande netteté par les résultats de la reprise de l'évolution, au sein même des cultures soumises à l'influence atténuante de la chaleur.

» Je vais citer comme exemple un cas simple. Trois matras contenant la même quantité du même bouillon stérilisé sont ensemencés avec une goutte du même sang et placés dans l'étuve à $+ 43^{\circ}$. Ils y restent le temps nécessaire à la multiplication des *Bacilli*, soit vingt heures environ. Les voilà préparés à subir le chauffage à $+ 47^{\circ}$, qu'on fait durer une heure pour l'un des matras, deux heures pour un autre et trois heures pour le dernier. Une petite quantité de liquide a été prélevée dans chacun d'eux avant le chauffage. Les inoculations d'épreuve sont pratiquées sur deux séries de cobayes, les uns adultes, les autres très jeunes, divisés les uns et

les autres en quatre groupes de trois sujets chacun. Observera-t-on des résultats identiques des deux côtés? Presque assurément, non.

» Dans la série des cobayes jeunes, très impressionnables à l'infection charbonneuse, on pourra voir mourir : 1° au bout de trente-six à quarante-huit heures, tous les sujets qui ont reçu le liquide non chauffé et qui servent de témoins; 2° huit à douze heures après, deux des animaux inoculés avec le liquide chauffé pendant une heure ; 3° enfin, un peu plus tard encore, un seul des trois cobayes ayant servi à l'épreuve du liquide chauffé deux heures. Quant aux animaux du dernier groupe, ceux du liquide chauffé trois heures, ils survivent. Ces résultats, qu'il n'est pas rare d'obtenir comme je viens de les décrire, démontrent bien, et avec une précision quasi schématique, que l'atténuation se proportionne à la durée du chauffage.

» Mais, dans la série des cobayes adultes, ce n'est plus la même chose ; il ne meurt que les sujets du premier groupe, animaux témoins : tous les autres résistent à l'inoculation. Si l'on se trouvait seulement en présence de cette dernière série d'expériences, on serait bien embarrassé de savoir s'il existe des nuances dans la grande atténuation dont elle témoigne d'une manière uniforme pour les trois degrés de chauffage. Heureusement qu'on peut être renseigné sur ce point par la marche de l'évolution ultérieure des cultures chauffées. Si, après les inoculations, les trois matras sont placés dans un thermostat à $+32°$, $35°$, le développement, momentanément suspendu, reprend son cours régulier, comme il a été dit ci-devant, mais non pas avec la même rapidité et la même activité dans les trois matras. Au bout de douze heures, le trouble s'est notablement accru dans le matras chauffé une heure, moins dans celui qui a subi deux heures de chauffage, et beaucoup moins encore dans le matras exposé pendant trois heures à la température de $+47°$. Il existe là une gamme décroissante qui n'échappe pas à l'œil le moins exercé. Les différences sont encore très marquées après vingt-quatre et quarante-huit heures, quelquefois même après plusieurs jours. Elles prouvent bien, comme le résultat des inoculations de la première série d'animaux, que l'influence de la chaleur, sur l'activité des cultures virulentes, est d'autant plus énergique que le chauffage est plus prolongé.

» J'ai dit que, une fois achevées, les cultures dont il est question ici ne se distinguent pas, par leurs caractères objectifs, de celles dont l'évolution, non interrompue par le chauffage, s'est accomplie normalement. On pourrait donc croire qu'avec leurs vigoureuses apparences elles ont récupéré

la virulence qui appartient à ces dernières. Il s'en faut de quelque peu. Si, en effet, nos cultures spéciales tuent très rapidement et presque sûrement les cobayes auxquels on les inocule, elles sont beaucoup moins meurtrières sur les moutons; bon nombre de ces derniers échappent à la mort, et sont alors en possession d'une solide résistance à l'infection charbonneuse. L'influence atténuante du chauffage des cultures n'est donc point seulement passagère, puisqu'elle peut se transmettre, dans une certaine mesure, lorsque ces cultures reprennent le cours de leur évolution, aux spores nées du protoplasma des filaments et des bâtonnets qui ont subi l'action de la chaleur.

» Mais où la transmission de cet effet de la chaleur se manifeste surtout, c'est dans la facilité avec laquelle ces spores subissent l'influence atténuante d'un chauffage qui leur est directement appliqué. Rien de plus simple que de les rendre pour ainsi dire absolument inoffensives, en les exposant pendant quelque temps à l'action d'une certaine température. J'appelle l'attention sur ce fait nouveau, qui présente un intérêt de plus d'un genre. Il n'est sans doute pas impossible d'obtenir un effet analogue avec les spores de provenance normale, quoiqu'elles passent à bon droit pour être douées d'une résistance énergique aux causes de destruction, particulièrement à l'influence de températures relativement élevées. Mais on peut laisser impunément ces spores, pendant une heure, une heure et demie, à la température $+ 80^\circ$; elles n'éprouvent alors aucune altération sensible, ni dans leurs caractères morphologiques, ni dans leurs propriétés physiologiques. Ce n'est plus cela quand il s'agit de spores de cultures dont le développement a été momentanément entravé par la chaleur; le chauffage, dans ces conditions, respecte les caractères objectifs de la spore, qui semble seulement devenir un peu plus petite; mais il en modifie profondément l'activité virulente. Les cultures peuvent être alors inoculées à la seringue, sans grand risque de mort, au cobaye et surtout au mouton, qui acquiert ainsi l'immunité aussi bien qu'avec n'importe quelle autre inoculation préventive.

» Les cultures de deuxième génération peuvent, aussi bien que ce premier moyen dont je viens de parler longuement, démontrer la persistance de l'activité vitale des filaments et bâtonnets développés à la température $+ 43^\circ$ et rendus inoffensifs par l'action de la température $+ 47^\circ$. Il est à propos de dire quelques mots de ce deuxième procédé, qui fournit aussi d'excellents documents propres à démontrer que l'effet du chauffage se gradue comme sa durée. Je reprends le cas simple qui m'a servi d'exemple

tout à l'heure. Dans chacun des trois matras chauffés à + 47° pendant une heure, deux heures, trois heures, je puise avec une pipette une certaine quantité de liquide. Trois autres matras ont été préparés; je laisse tomber dans chacun d'eux une ou deux gouttes de ce liquide. Les voilà ensemencés avec des filaments et bâtonnets atténués par la chaleur. Ces derniers matras sont placés ensuite dans une étuve à + 32°, 35°. Que va-t-il advenir de ces cultures de deuxième génération? Exactement ce qu'il advient des cultures primitives, après la remise en marche de l'évolution. Les cultures de deuxième génération se développent, en effet, d'autant plus vite que la semence a été chauffée moins longtemps, et les différences d'aspect qui en résultent peuvent persister pendant plusieurs jours. Toutes finissent, du reste, par donner des spores de fort belle apparence, jouissant des mêmes propriétés que celles des cultures primitives, particulièrement de l'aptitude à l'atténuation par le chauffage.

» Il résulte de l'ensemble de cette étude que l'influence atténuante exercée par la chaleur sur les agents virulents n'est pas simplement individuelle; cette influence peut se faire sentir même sur les propriétés des nouveaux agents auxquels donne naissance la prolifération du protoplasma qui l'a directement éprouvée. »

M. de Lesseps informe l'Académie qu'il compte s'absenter pendant un mois, pour se rendre compte des études complémentaires de M. le commandant Roudaire, dans la région des chotts africains, au sud de la Tunisie et de l'Algérie.

« Il s'agit, dit M. de Lesseps, de constater, sur la ligne de l'isthme de Gabès, la nature des terrains sondés depuis deux mois. Je serai accompagné par des entrepreneurs de travaux très expérimentés, au nombre de huit, par M. Léon Dru, très connu pour l'exécution des opérations de sondage, et par un officier de notre marine, chargé de vérifier et de compléter au besoin les nivellements des chotts par rapport au niveau des mers. »

M. Daubrée fait part à l'Académie d'une Lettre dans laquelle M. *Nordenskiöld* lui annonce son départ pour le Groënland, au mois d'août prochain, comme les journaux l'ont déjà annoncé.

« Notre éminent Correspondant veut pénétrer dans l'intérieur de ce pays, que, contrairement à l'opinion généralement admise, il croit être

dépourvu de glace. Sa théorie se fonde sur ce fait que les vents qui soufflent doivent être des vents de *foehn*, c'est-à-dire des vents secs et relativement chauds. S'il en est ainsi, ils ne peuvent apporter dans l'intérieur du pays assez de neige pour alimenter un glacier permanent. D'après M. Nordenskiöld, de vastes pays couverts de glaces perpétuelles sont une impossibilité physique dans les circonstances qui existent actuellement sur le globe, au sud du 80e degré de latitude Nord. L'illustre voyageur, avec l'énergie et l'intrépidité qui le caractérisent, n'hésite pas à pénétrer dans les déserts inconnus de l'intérieur du Groënland pour y contrôler sa théorie.

» Entre autres études de ce voyage, M. Nordenskiöld se propose de poursuivre celles qu'il a faites, au mois de novembre dernier, sur l'arrivée des substances cosmiques que les essaims d'étoiles filantes peuvent apporter sur notre globe. Ces recherches, dans lesquelles il faisait fondre de la neige recueillie à la surface du sol pour en examiner chimiquement les résidus, n'ont pas été décisives; le résidu consistait principalement en feldspath et autres substances terrestres, sans traces de fer métallique, ni de nickel. Elles seront reprises au moyen d'appareils spéciaux, dans le nouveau voyage, le dixième dans les régions arctiques, qu'entreprend M. Nordenskiöld, et pour le succès duquel l'Académie forme des vœux ardents. »

MÉMOIRES LUS.

M. **Fleuriais** donne lecture d'un Rapport relatif aux détails d'installation de la mission qu'il a dirigée, pour l'observation du passage de Vénus, à Santa-Cruz (Patagonie), et aux principaux résultats obtenus par cette mission.

Ce Rapport sera publié ultérieurement, avec ceux des autres missions.

M. le **Président** adresse, à M. Fleuriais et à ses collaborateurs, les remerciements et les félicitations de l'Académie.

PHYSIOLOGIE. — *De l'importance du rôle de l'inhibition en Thérapeutique.* Note de M. **Brown-Séquard**.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Je vais montrer que l'inhibition joue un grand rôle dans les cas de disparition soudaine de certaines activités morbides des centres nerveux et

des nerfs. On en a la preuve dans des faits que j'ai trouvés récemment et d'autres que j'ai trouvés depuis longtemps et déjà publiés.

» I. L'un des plus anciens de ces faits est le suivant : Sur un malade atteint de l'affection que j'ai décrite sous le nom d'*épilepsie spinale*, dépendant d'un petit foyer de myélite à la région dorsale, il y avait presque constamment dans les membres inférieurs, soit la raideur tétanique, soit les convulsions cloniques violentes et rapides, qui se montrent alternativement dans cette affection. Après avoir saisi l'un des gros orteils, si on le tirait violemment en bas, de manière à produire une irritation très énergique des nerfs de cette partie, on obtenait immédiatement une cessation complète de la contracture et des convulsions. Les deux membres devenaient parfaitement souples et l'on pouvait leur donner une des positions quelconques que des membres sains peuvent avoir. Ce relâchement, cependant, ne durait pas longtemps, mais il était presque toujours possible de l'obtenir de nouveau. Ces faits ont été constatés avec moi par mes maîtres Trousseau et Nélaton, que j'avais fait appeler en consultation. J'ai vu, depuis cette époque, treize cas plus ou moins semblables à celui-là et j'ai fait constater ces particularités à plusieurs médecins et chirurgiens distingués, parmi lesquels M. Charcot et M. Verneuil.

» II. Dans des cas, exceptionnels à beaucoup d'égards, où le membre inférieur, paralysé par suite d'une lésion encéphalique, avait des attaques spontanées ou provoquées d'épilepsie spinale, j'ai pu quelquefois arrêter l'attaque d'emblée par le tiraillement du gros orteil. Quelque chose de semblable a lieu sous l'influence de l'élongation du nerf sciatique (¹). Sur un singe ayant eu une lésion du cerveau et, consécutivement, une contracture d'un des membres abdominaux, liée à une dégénérescence secondaire de la moelle épinière, j'ai vu la contracture disparaître presque complètement sous l'influence de l'élongation du nerf sciatique.

» III. Chez les cobayes que j'avais rendus épileptiques par une lésion de la moelle épinière ou de certains nerfs et chez lesquels, ainsi que je l'ai trouvé, l'irritation de certaines parties de la peau avait la puissance de donner lieu à l'attaque, j'ai pu faire avorter celle-ci par l'un ou par l'autre des deux

(¹) On sait que cette opération a été pratiquée avec succès chez l'homme pour faire cesser divers états spasmodiques (contracture, tétanos, convulsions, etc., etc). Dans un article très développé, que j'ai publié sur la suture et sur l'élongation des nerfs, dans un Dictionnaire de Chirurgie (*Holmes's System of Surgery*, 3e édit.), j'ai rapporté nombre de cas où cette opération a démontré la puissance curative que possède cette espèce d'irritation des nerfs, et j'ai fait voir que l'inhibition a sa part dans cette puissance.

procédés suivants. Le premier, qui était empiriquement connu, mais dont le mode d'action n'avait pas été étudié, consiste en ceci. L'attaque commence, chez ces animaux, par une contraction des muscles du cou qui tourne la tête de façon que le menton se rapproche notablement d'une des épaules. Tant que la perte de connaissance n'a pas eu lieu, il suffit très souvent, chez ces animaux comme chez l'homme dans des circonstances analogues, de porter violemment la tête vers l'autre épaule, pour faire avorter l'attaque. Le second procédé est tout différent en apparence : il consiste à faire arriver au fond de la bouche et sur l'ouverture laryngienne un courant d'acide carbonique (1).

» IV. Depuis Galien jusqu'à nos jours, on a cru que dans certains cas d'épilepsie avec *aura* partant d'un membre, si l'on faisait avorter l'attaque en appliquant une ligature sur ce membre, le succès était dû à ce qu'on empêchait *quelque chose* d'aller atteindre le cerveau. Les critiques de Th. Herpin et d'autres auteurs ont fait rejeter cette opinion, mais le fait est resté inexpliqué jusqu'au moment où j'ai fait voir que la ligature agit en envoyant une irritation à l'encéphale, comme je le montrerai tout à l'heure.

» V. Depuis nombre d'années, j'ai trouvé que dans certains cas l'état du système nerveux causant la douleur peut s'évanouir soudainement ou rapidement par une influence inhibitoire. Je ne mentionnerai ici que deux des faits que j'ai observés. Le premier consiste en une cessation immédiate de la migraine et d'autres céphalalgies, par une irritation de la muqueuse nasale par un courant rapide d'acide carbonique. Le second consiste en une disparition, souvent instantanée, des douleurs fulgurantes de l'ataxie locomotrice par l'application du cautère actuel, d'après les règles que j'ai données depuis longtemps pour éviter que cette opération soit douloureuse et qu'elle laisse à sa suite une ulcération de la peau. Les résultats, favorables dans ces deux cas, peuvent, comme tous les effets des diverses espèces d'irritation, manquer complètement ou ne se montrer que partiellement.

» VII. Il est facile de faire voir que c'est à une inhibition qu'est dû l'arrêt

---

(1) L'irritation des nerfs laryngés par l'acide carbonique possède une si grande influence inhibitoire sur les centres nerveux, qu'elle peut, ainsi que je l'ai montré, produire les effets suivants : 1° l'arrêt temporaire de l'activité respiratoire; 2° la perte plus ou moins complète de la sensibilité dans toutes les parties du corps sans diminution marquée des mouvements volontaires et de l'intelligence; 3° la cessation temporaire ou la diminution de l'activité morbide du bulbe et de la moelle épinière qui donne lieu aux convulsions, sous l'influence de la strychnine, ou à des tremblements sous celle de l'acide phénique.

d'une activité morbide dans les différents faits que j'ai mentionnés. Les trois particularités essentielles à toute inhibition se trouvent dans tous ces cas. En effet, on constate dans tous : 1° l'existence de certains phénomènes (contracture, convulsions, douleur, etc.), dépendant d'une activité spéciale de quelques parties du système nerveux ; 2° la production d'une irritation dans un point de ce système plus ou moins distant de ces parties et la transmission de cette irritation à ces parties ; 3° l'acte, inconnu dans sa nature, qui, sous l'influence de cette irritation, fait disparaître l'activité dont dépendaient les phénomènes qui cessent alors avec leur cause. Dans le cas de l'avortement d'une attaque d'épilepsie par l'application d'une ligature, j'ai constaté qu'un simple pincement de la peau et nombre d'autres espèces d'irritation peuvent réussir parfaitement. Dans ce cas, comme dans les autres faits que j'ai mentionnés, on trouve tous les caractères propres à une inhibition. D'un autre côté, la disparition des phénomènes morbides a été beaucoup trop rapide pour qu'on puisse l'attribuer à un changement vasculaire. Mais il n'est pas douteux que des modifications de la nutrition par suite de contractions ou de dilatations de vaisseaux suivent l'acte purement dynamique d'inhibition. Il est de la plus haute importance, conséquemment, de trouver exactement dans les diverses affections nerveuses, et spécialement dans l'épilepsie, dans l'hystérie, dans la catalepsie, dans le tétanos et nombre d'autres maladies, quel est le point le plus capable de déterminer l'inhibition plus ou moins soudaine des phénomènes morbides existants, car, ainsi que je l'ai constaté d'une façon non douteuse, c'est sur le point même où une irritation a le plus de puissance pour donner origine à l'action dynamique inhibitoire, que des irritations persistantes doivent être faites dans le but d'obtenir des modifications nutritives capables de faire disparaître non plus l'effet de la maladie, mais la maladie elle-même.

» *Conclusions.* — 1° On devra désormais, en Thérapeutique, tenir compte de l'existence de l'inhibition dans tous les cas où une activité morbide disparaît subitement ou à peu près sous l'influence d'une irritation provenant d'un point plus ou moins éloigné de celui où existait cette activité.

» 2° La recherche du lieu le meilleur pour déterminer par une irritation la cessation temporaire de nombre d'activités morbides devra toujours être faite, car c'est là le point le meilleur aussi pour qu'on obtienne, à l'aide d'irritations diverses, la cure définitive de ces activités, surtout dans les affections nerveuses fonctionnelles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Emploi pratique du sulfocarbonate de potassium contre le Phylloxera dans le midi de la France;* par M. CULERON.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Depuis plus de cinq années que j'emploie le sulfocarbonate de potassium, avec beaucoup de succès dans le Midi, il m'a été permis de faire un grand nombre d'essais comparatifs et, après m'être rendu un compte exact des résultats obtenus, dans tous les sols de notre région, je crois pouvoir indiquer le meilleur mode d'emploi de cet excellent insecticide.

» Pour la région du Midi, où les souches sont très espacées les unes des autres et dont le système radiculaire est très développé, on doit faire au pied de chaque cep une cuvette pour contenir la solution toxique, sans mettre les premières racines à découvert.

» Dans chaque cuvette, on verse 40^{lit} d'une solution sulfocarbonatée, renfermant 100^{gr} de sulfocarbonate de potassium, dosant :

	Pour 100.
Sulfure de carbone	15
Potasse (KO)	22

» Si les ceps ont moins de trois ans, on ne met que 70^{gr} de sulfocarbonate, dans 30^{lit} d'eau, soit 30^{lit} de solution.

» Les doses indiquées ci-dessus sont très efficaces sur les insectes, mais elles ne le sont pas autant sur les œufs. Or, du mois de novembre à la fin d'avril, il n'y a que des jeunes Phylloxeras sur les racines, et de fin avril à la fin d'octobre, elles sont couvertes d'insectes et d'œufs. L'époque du traitement est donc tout indiquée : c'est pendant cette période d'hibernation du Phylloxera qu'il faut l'attaquer. On peut affirmer que tout traitement qui sera fait avant ou après ces deux dates ne remplira pas le double but qu'on se propose, en employant cet insecticide : *détruire l'insecte sans nuire aux racines.* Un grand nombre d'œufs étant épargnés, on aura, étant donnée la faculté prodigieuse de reproduction du puceron, de nombreux Phylloxeras sur les racines, quelques jours après l'opération. L'effet insecticide sera donc presque nul. On aura seulement les bénéfices d'un maigre arrosage à l'eau sulfocarbonatée, très avantageusement remplacé par un copieux arrosage à l'eau pure, coûtant bien moins cher.

» Pour ceux qui n'auront pas pu entreprendre le sulfocarbonatage de leurs vignes l'hiver et qui ont l'intention de le pratiquer l'hiver suivant, je conseille, dans ce but, d'amoindrir les effets désastreux de la réinvasion estivale par l'emploi du sulfocarbonate au mois de juillet ou d'août ; seulement, il faudra diminuer de $\frac{1}{3}$ la dose du sulfocarbonate ; autrement on s'exposerait à griller les souches traitées.

» Je ne verse pas de l'eau claire dans les cuvettes, après imbibition de la solution, parce que j'ai reconnu qu'en agissant ainsi on épargnait un grand nombre de pucerons qui se trouvent sur les racines superficielles, et que, pour que l'insecte fût tué, il fallait que la solution sulfocarbonatée restât en contact avec lui.

» Après imbibition complète de la solution, on applique les engrais et on recouvre les cuvettes, en ramenant la terre au pied de chaque souche traitée.

» Le sulfocarbonate de potassium est un excellent insecticide, et, grâce à lui, nous pourrons conserver une grande partie de notre beau vignoble.

» Depuis que je m'occupe du traitement des vignes phylloxérées par le sulfocarbonate de potassium, j'ai fait un grand nombre d'essais comparatifs. J'ai conservé mon vignoble, et mes tonneaux sont pleins de vin comme avant la maladie, tandis que mes voisins, qui n'ont pas traité, ont perdu et arraché la plus grande partie de leurs vignes.

» *Première année.* — Dans cette première année, je me suis contenté de suivre avec beaucoup d'attention tous les traitements au sulfocarbonate qui ont été entrepris, sur une assez grande surface, dans les arrondissements de Béziers et de Montpellier. Je me suis vite aperçu que les résultats étaient variés.

» Les traitements faits avec une dose de sulfocarbonate de 50 à 75^{gr} dissous dans 20^{lit} d'eau, plus 5^{lit} d'eau claire versés par-dessus, ont donné des résultats très irréguliers. Les vignes traitées étaient relativement belles ; mais, en examinant les souches séparément, on constatait des différences très grandes.

» Les traitements faits avec des doses d'eau et de sulfocarbonate plus fortes présentaient également de grandes irrégularités, et souvent même on constatait la mort de quelques souches.

» *Deuxième année.* — L'année suivante, je divisai par parties égales plusieurs de mes vignes, et je fis verser moi-même dans les cuvettes pratiquées au pied de chaque cep des doses d'eau et de sulfocarbonate différentes.

» J'employai de 50 à 150^{gr} de sulfocarbonate et de 20 à 50^{lit} par souche.

» Jusqu'à la dose de 100^{gr} de sulfocarbonate, je n'ai pas eu à enregistrer un seul cas de mort, mais, avec des doses variant de 100 à 150^{gr}, j'ai grillé un assez grand nombre de souches, surtout en traitant après le mois d'avril.

» Les doses qui m'ont donné les résultats les plus réguliers sont celles de 90 à 100^{gr} de sulfocarbonate dilué dans 30^{lit} d'eau, plus 10^{lit} d'eau pure. Avec ces doses je n'ai pas compromis le système radiculaire, et l'effet insecticide a été aussi satisfaisant qu'avec des doses plus fortes. Seulement, sur toutes les racines superficielles je trouvais, quelques jours après l'opération, un assez grand nombre d'insectes vivants, et, au mois de juillet, en faisant des fouilles nouvelles, je trouvais toutes les racines couvertes d'insectes, ce qui annulait les bons effets produits par mes traitements. C'est alors que je fis sur quelques souches un deuxième traitement avec 75^{gr} de sulfocarbonate dilué dans 30^{lit} d'eau, plus 10^{lit} d'eau claire, en même temps que sur un petit nombre d'autres souches j'employais des doses plus fortes. Les fouilles, faites quelques jours après l'opération, prouvèrent que ces solutions n'avaient pas détruit tous les œufs et que les insectes des racines supérieures avaient même été épargnés.

» En résumé, il résulte des traitements de cette deuxième année d'expériences : que les doses de 50 à 75^{gr} de sulfocarbonate, dilués dans 20^{lit} d'eau, soit 20^{lit} de solution, plus 5^{lit} d'eau claire, ne sont pas suffisantes pour débarrasser complètement la souche de tous les pucerons; qu'avec des doses trop fortes on compromet une grande partie des racines et que souvent même on tue les souches; tandis qu'en employant de 90 à 100^{gr} de sulfocarbonate, dans 30^{lit} d'eau, plus 10^{lit} comme eau de lavage, on débarrasse les racines inférieures du Phylloxera, lorsque l'on opère avant la ponte des insectes, c'est-à-dire, lorsque les traitements sont faits avant la fin d'avril.

» *Troisième année.* — Les traitements ont été pratiqués du 15 janvier au 20 avril. Seulement, comme, dans mes précédents traitements, je trouvais toujours, quelques jours après l'opération, des Phylloxeras vivants sur les racines superficielles, j'ai pensé que cela pouvait être dû à l'eau claire versée dans les cuvettes, après imbibition de la solution sulfocarbonatée.

» Pour savoir si j'étais dans le vrai, j'ai choisi deux vignes, complètement envahies par le Phylloxera.

» I. La première A de 1220 souches, dans un terrain silico-argileux, l'autre B de 1780 souches, dans un terrain caillouteux et argileux.

La vigne A, carré	n° 1,	a reçu	90^{gr}	de sulfocarbonate dilué	dans	40^{lit} d'eau.
»	n° 2	»	90	»	»	30 + 10
»	n° 3	»	90	»	»	20 + 20

» L'opération a été faite du 15 au 19 mars. Le 15 avril, je fis les fouilles au pied de presque toutes les souches traitées. Voici ce que j'ai observé :

» *Carré n°* 1. — Pas un seul puceron sur les racines, partout où la solution avait pénétré.

» *Carré n°* 2. — Quelques pucerons sur les racines, les plus rapprochées du fond des cuvettes.

» *Carré n°* 3. — Les racines supérieures étaient couvertes d'insectes vivants, comme avant l'opération.

» II. Dans la vigne B, les effets ont été absolument les mêmes ; on avait employé 100^{gr} de sulfocarbonate par souche, dose par conséquent trop élevée.

» Les Phylloxeras que l'on trouvait vivants sur les racines superficielles des souches traitées quelques jours après l'opération avaient donc bien été épargnés par l'intervention de l'eau pure versée par-dessus la solution.

» *En résumé*, opérer de novembre à avril ; employer de 90 à 100^{gr} de sulfocarbonate par souche et réduire à 70^{gr} pour les vignes jeunes ; ne point ajouter d'eau pure après la dissolution sulfocarbonatée ; dans les traitements de juillet et d'août, réduire de $\frac{1}{3}$ le sulfocarbonate ; enfin, pour les taches découvertes en été, faire deux traitements à huit ou dix jours de distance et à dose réduite de $\frac{1}{3}$, le second étant destiné à faire périr les insectes provenant des œufs épargnés par le premier. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet l'ampliation d'un Décret autorisant l'Académie à accepter le legs qui lui a été fait par M. *Petit d'Ormoy*, pour la fondation de divers prix.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un nouveau volume du « Cours de Botanique fossile fait au Muséum

d'Histoire naturelle par M. *B. Renault;* 3e année : Fougères. » (Présenté par M. Duchartre.)

2° Le Rapport fait par M. *Ad. Carnot,* au nom de la Commission d'assainissement des cimetières, sur le choix des emplacements de divers cimetières, à créer autour de Paris. (Présenté par M. Daubrée.)

Ce Rapport est accompagné d'une Carte, indiquant les emplacements de six localités que la Commission juge propres à l'établissement de cimetières, en raison de la perméabilité du sol sur une profondeur suffisante pour qu'on puisse compter sur la destruction des matières organiques, en vue d'éviter la contamination des eaux souterraines qui alimentent les puits de Paris ou des régions suburbaines.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie le second numéro des « Acta mathematica », publiés à Stockholm par M. *Mittag-Leffler.* (Présenté par M. Hermite.) Ce numéro contient les articles suivants :

Sur la configuration des hexaèdres et des octaèdres, par M. *Ch. Reye;*

Sur les fonctions uniformes d'un point analytique (x, y), par M. *P. Appell* (deux Mémoires);

Développement en série dans une aire limitée par des arcs de cercle, par M. *P. Appell;*

Sur la théorie des résidus quadratiques, par M. *Schéring;*

Sur un groupe de théorèmes et de formules de la géométrie énumérative, par M. *H.-G. Zeuthen;*

Sur un théorème de M. Hermite, par M. *E. Goursat.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie le numéro d'avril 1882 du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni;* ce numéro contient, en particulier :

1° Une Note de M. *Joseph Perott,* mathématicien polonais, sur l'Arithmétique espagnole de Juan de Ortegera, et ses diverses éditions, dont la première est de l'an 1512;

2° Un supplément à la Notice sur les Tables astronomiques attribuées à Pierre III d'Aragon, publiée précédemment dans le tome XIII du *Bullettino,* par le Dr *Steinschneider,* de Berlin;

3° Une traduction en italien de l'article du Dr *Sigismond Günther,* sur la Correspondance mathématique entre Gauss et Sophie Germain, avec de nombreuses Notes du Prince Boncompagni.

ASTRONOMIE. — *Sur les perturbations de Saturne dues à l'action de Jupiter.* Note de M. A. GAILLOT, présentée par M. Mouchez.

« En comparant les positions observées de Saturne aux positions théoriques déduites de ses Tables, Le Verrier trouva des écarts relativement considérables, qu'il ne pouvait guère attribuer aux erreurs accidentelles des observations. Devait-il les attribuer à quelque inexactitude de la théorie? Pour résoudre cette question, du moins en ce qui concerne les perturbations dues à l'action de Jupiter, il appliqua au calcul de ces perturbations la méthode d'interpolation : les résultats se trouvèrent à peu près identiques à ceux qu'avait fournis l'analyse, et ne modifièrent guère les écarts primitifs.

» On pouvait conclure de cette vérification, d'abord que le travail analytique ne devait pas renfermer d'erreur sensible, et, en outre, que les termes du troisième ordre, relativement aux masses de Jupiter et de Saturne, n'avaient pas, en général, une influence considérable; puisque, les calculs d'interpolation ayant été faits en tenant compte des perturbations du premier et du second ordre, les coefficients de ces perturbations avaient dû s'augmenter, dans les résultats, des termes du troisième ordre.

» Toutefois, pour les termes de l'inégalité à longue période dont l'argument est égal à cinq fois la longitude moyenne de Saturne moins deux fois la longitude moyenne de Jupiter, on trouvait des différences considérables, probablement imputables, en partie, aux termes d'ordre supérieur.

» Le Verrier, considérant les résultats de l'interpolation comme étant les plus exacts, les adopta pour la construction de ses Tables; mais, ce qui paraîtra tout d'abord une singulière contradiction, il conserva pour l'inégalité à longue période les coefficients fournis par l'analyse, bien qu'il leur attribuât une exactitude moindre, déclarant seulement que « la différence » n'a, à cause de la lenteur du mouvement de l'argument, aucune influence » sur la représentation des observations depuis Bradley jusqu'à nous ».

» Nous avons personnellement des motifs sérieux de croire que Le Verrier avait au moins une autre raison pour agir ainsi. En effet, les coefficients de cette inégalité varient très rapidement : or les termes d'ordre supérieur ayant une influence considérable sur leurs valeurs initiales devaient en avoir encore une assez grande sur leurs variations. Ne connaissant qu'une valeur complète des coefficients, celle qui correspondrait à l'année 1850, et ne pouvant rien en déduire de précis pour les autres époques, Le Verrier

préféra s'en tenir aux termes du premier ordre et aux principaux termes du second ordre, calculés, pour toutes les époques, par la méthode analytique. La phrase que nous avons citée plus haut n'exprime donc pas la raison déterminante, mais seulement une justification de sa manière de faire. Il suffit d'ailleurs, pour s'en convaincre, de lire ce qu'il dit ensuite : « Il en » sera autrement, même dans un avenir assez proche. D'ici là, il faudra » calculer à nouveau, pour deux autres époques principales, les dérivées » complètes des fonctions, en conclure les variations des coefficients avec » le temps et intégrer complètement. »

» Ce travail, dont Le Verrier indique ainsi la nécessité, nous l'avons entrepris, et nous venons de le terminer.

» Nous avons répété, pour 2350 et 2850, les calculs d'interpolation déjà faits pour 1850. Combinant les trois résultats obtenus, nous avons eu, pour les dérivées des perturbations, une série de termes de la forme

$$\frac{dH}{dt} = (a + bt + ct^2)\sin(i'l' + il) + (a' + b't + c't^2)\cos(i'l + il),$$

l' et l représentant respectivement les longitudes moyennes de Saturne et de Jupiter. Désignant par n' et n les moyens mouvements des deux planètes et posant $N = i'n' + in$, nous avons obtenu, par l'intégration,

$$\begin{aligned}\delta H = \quad & \left[+\left(+\frac{a'}{N} + \frac{b}{N^2} - \frac{2c'}{N^3}\right) + \left(+\frac{b'}{N} + \frac{2c}{N^2}\right)t + \frac{c'}{N}t^2\right]\sin(i'l' + il)\\ & + \left[+\left(-\frac{a}{N} + \frac{b'}{N^2} + \frac{2c}{N^3}\right) + \left(-\frac{b}{N} + \frac{2c'}{N^2}\right)t - \frac{c}{N}t^2\right]\cos(i'l' + il).\end{aligned}$$

» La dérivée du moyen mouvement $\frac{d^2\rho}{dt^2}$ ayant la même forme que ci-dessus, la double intégration nous a donné

$$\begin{aligned}\delta\rho' = & + \left\{+\left(-\frac{a}{N^2} + \frac{2b'}{N^3} + \frac{6c}{N^4}\right) + \left(-\frac{b}{N^2} + \frac{4c'}{N^3}\right)t - \frac{c}{N^2}t^2\right\}\sin(i'l' + il)\\ & + \left\{+\left(-\frac{a'}{N^2} - \frac{2b}{N^3} + \frac{6c'}{N^4}\right) + \left(-\frac{b'}{N^2} - \frac{4c}{N^3}\right)t - \frac{c'}{N^2}t^2\right\}\cos(i'l' + il).\end{aligned}$$

» En comparant nos résultats avec ceux de l'analyse, nous n'avons trouvé, pour tous les termes à courtes périodes, que des différences insignifiantes, tenant en grande partie aux légers changements séculaires du périhélie et de l'excentricité déduits du premier travail d'interpolation. Mais, pour la grande inégalité, les différences sont considérables.

» Si nous posons, comme Le Verrier, $v = t - 1850$ et $V = 5l' - 2l$,

l'excès des perturbations déterminées par notre travail, sur celles qui ont été déduites de l'analyse, est donné par les formules :

Longitude moyenne.

$$\begin{aligned}\Delta.\delta L' = & [+44'',14 + 4'',26v - 14'',14v^2] \sin V \\ & + [-6,82 - 21,10v + 2,49v^2] \cos V \\ & + [+3,14 + 4,52v - 1,90v^2] \sin 2V \\ & + [+0,56 + 0,68v - 1,65v^2] \cos 2V.\end{aligned}$$

Excentricité.

$$\begin{aligned}\Delta.\delta e' = & [+0'',37 + 0,24v - 0,70v^2] \sin V \\ & + [-4,38 + 0,79v - 0,09v^2] \cos V \\ & + [+0,48 + 0,13v + 0,11v^2] \sin 2V \\ & + [-0,41 + 0,21v - 0,15v^2] \cos 2V.\end{aligned}$$

Longitude du périhélie.

$$\begin{aligned}\Delta.e'\delta\varpi' = & [-0'',30 + 0'',00v + 0'',35v^2] \sin V \\ & + [+0,25 - 0,57v + 0,53v^2] \cos V \\ & + [-0,20 - 0,66v + 0,23v^2] \sin 2V \\ & + [-1,09 + 0,53v + 0,04v^2] \cos 2V.\end{aligned}$$

» En tenant compte de ces corrections, nous trouvons, ainsi que Le Verrier l'avait prévu, que la représentation des observations antérieures à 1870 n'est guère modifiée. Pour les douze années qui suivent, en tenant toujours compte de ces termes correctifs et aussi des changements dans la valeur des éléments qui en résultent, nous diminuons d'une manière assez notable les écarts très grands qui existent entre les positions données par les Tables et les positions observées, quoique nous n'ayons pas fait entrer ces dernières années dans nos équations de conditions. Toutefois on verra dans le Tableau ci-dessous que ces écarts restent encore beaucoup trop considérables.

Époques.	Calcul — Observation. Tables Le Verrier non corrigées.	avec nos corr.	Époques.	Calcul — Observation. Tables Le Verrier non corrigées.	avec nos corr.
1870,5....	−0,9	−1,4	1876,7....	+ 9,4	+6,5
1871,6....	+1,2	+0,3	1877,7....	+10,5	+7,3
1872,6....	+2,6	+1,3	1878,7....	+11,1	+7,8
1873,9....	+2,3	+0,5	1879,7....	+11,2	+7,8
1874,6....	+4,8	+2,7	1880,8....	+10,8	+8,2
1875,8....	+7,1	+4,7	1881,9....	+ 7,7	+5,7

» Dans ce qui précède, nous avons négligé les très faibles corrections que nous avons trouvées pour les termes à courtes périodes et pour les variations séculaires. Nous espérons présenter très prochainement à l'Académie les résultats complets et définitifs de notre travail. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète de septembre* 1882 (II, 1882), *faites à l'observatoire de la mission du passage de Vénus, à la Martinique;* par M. G. Bigourdan, présentées par M. Tisserand.

« Ces observations ont été faites au fort Tartenson (près de Fort-de-France, Martinique), choisi par M. Tisserand pour l'installation de l'observatoire du passage de Vénus; et voici, d'après ses observations, les coordonnées de ce point :

Longitude ouest de Paris............	$4^h 13^m 41^s$
Latitude géographique..............	$+14°36'20''$

» L'instrument employé pour observer la comète est l'équatorial de 6 pouces (160^{mm}) avec lequel j'ai observé le passage de Vénus; il est muni d'un micromètre à fils rectangulaires.

» Les différences d'ascension droite entre la comète et les étoiles ont été notées avec un chronographe que M. Tisserand a bien voulu laisser à ma disposition jusqu'au moment du passage de Vénus.

» Dans toutes ces observations, j'ai été assisté avec beaucoup de zèle par le timonier Le Sergent.

Dates 1882.			Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Æ ☄ — ✶.	Déclinaison ☄ — ✶.
Novembre	7..........	a	Anonyme	8	$+0^m.54^s,48$	$-1'.18'',8$
	8..........	b	id.	9,5	+0.48,25	+ 0.30,3
	9..........	c	10076 Arg. OE$_2$	8,5	+1.10,23	+ 0.24,7
	15..........	d	9870 »	9,5	−1.30,03	+ 1.24,8
	17..........	e	Anonyme	10	−2.35,25	− 0.56,3
	19..........	f	Id.	9,5	−1. 3,25	+ 0.13,1
	20..........	g	Wash. Zones	8,5	+1.35,50	− 1.19,3
	21..........	h	Anonyme	9	−1. 5,37	− 1. 5,5
	25..........	i	Id.	9	+1. 8,15	− 2.27,9
	25..........	j	Wash. Zones	7,5	+1. 0,62	+ 9.11,0
	26..........	j	Id.	7,5	−1.37,72	− 5. 1,1
	26..........	k	9383 Arg. OE$_2$	8,5	−2. 3,45	+12.15,5

Dates 1882.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Æ ☿—✶	Déclinaison ☿—✶.
				m s	′ ″
Novembre 27..........	l	Anonyme	8	+2. 6,27	− 8.56,5
27..........	m	9272 Arg. OE_2	9	+0.55,86	+ 4.42,6
28..........	n	9215 »	6,5	+1.26,77	+ 5.29,9
28..........	m	9272 »	9	−1.34,31	− 7.22,7
29..........	o	Anonyme	»	−2.24,99	+ 1.45,0
30..........	p	Id.	9,5	+0.48,76	+ 2.28,8
Décembre 3..........	q	8978 Arg. OE_2	8	−0.38,63	+ 3.13,2
3..........	r	8979 »	8	−0.39,79	+ 1.23,8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1882.	Étoiles.	Ascens. droite moyenne 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1882,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Novembre 7.....	a	9.43. 9	+2,99	−22. 7.32	−8,9	Pos. approchée.
8.....	b	9.41.28	+3,02	−22.29.12	−8,9	Id.
9.....	c	9.39.12,97	+3,06	−22.49. 9,6	−8,7	Arg. OE_2.
15.....	d	9.29.24,48	+3,26	−24.48.13,2	−8,8	Id.
17.....	e	9.26. 4	+3,33	−25.21.58	−8,9	Pos. approchée.
19.....	f	9.20. 0	+3,41	−25.57.20	−8,8	Id.
20.....	g	9.14.53,96	+3,46	−26.13.22,9	−8,7	Wash. Zones (1).
21.....	h	9.15. 5	+3,49	−26.30.38	−8,9	Pos. approchée.
25.....	i	9. 2.37	+3,63	−27.31.39	−8,9	Id.
25.....	j	9. 2.43,85	+3,62	−27.43.23,4	−8,9	Wash. Zones (2).
26.....	j	9. 2.43,85	+3,68	−27.43.23,4	−9,2	Id.
26.....	k	9. 3. 9,87	+3,68	−28. 0.31,8	−9,1	Arg. OE_2.
27.....	l	8.56. 6	+3,73	−27.54.15	−9,1	Pos. approchée.
27.....	m	8.57.15,95	+3,72	−28. 7.54,9	−9,1	Arg. OE_2.
28.....	n	8.54.15,02	+3,76	−28.20.54,4	−9,1	Id.
28.....	m	8.57.15,95	+3,76	−28. 7.54,9	−9,3	Id.
29.....	o	8.55.23	+3,79	−28.29.48	−9,4	Pos. approchée.
30.....	p	8.49.9	+3,84	−28.44.27	−9,4	Id.
Décembre 3.....	q	8.41.39,62	+3,94	−29.19.36,8	−9,7	Arg. OE_2
3.....	r	8.41.40,96	+3,94	−29.17.49,3	−9,7	Id.

(1) *Appendice* II, p. 295, n° 2.

(2) *Appendice* I, p. 12, n° 180, et *Appendice* II, p. 98, n° 146; adopté la moyenne de ces deux positions de l'étoile.

Positions apparentes de la Comète.

Date. 1882.	Temps moyen de Tartenson.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Novemb. 7.....	16.26.17	9.44. 6	$\bar{1}$,515n	−22. 9. 0	0,680	20:15
8.....	15.31.36	9.42.19	$\bar{1}$,635n	−22.28.51	0,643	14:20
9.....	15. 5.15	9.40.26,26	$\bar{1}$,673n	−22.48.53,6	0,623	25:20
15.....	16.51.43	9.27.57,71	$\bar{1}$,176n	−24.46.57,2	0,740	18:15
17.....	16.17.36	9.23.32	$\bar{1}$,318n	−25.23. 3	0,738	16:20
19.....	14.53.40	9.19. 0	$\bar{1}$,584n	−25.57.16	0,697	24:30
20.....	15.31.18	9.16.33	$\bar{1}$,448n	−26.14.51	0,732	20:20
21.....	15.52.35	9.14. 3	$\bar{1}$,322n	−26.31.52	0,748	16:15
25.....	15.47.38	9. 3 49	$\bar{1}$,150n	−27.34.16	0,766	24:20
25.....	15.47.38	9. 3.48,09	$\bar{1}$,150n	−27.34.21,3	0,766	24:20
26.....	15.22.53	9. 1. 9,81	$\bar{1}$,322n	−27.48.33,7	0,759	20:20
26.....	15.22.53	9. 1.10,10	$\bar{1}$,322n	−27.48.25,4	0,759	20:20
27.....	16.55.18	8.58.16	$\bar{2}$,858	−28. 3.21	0,775	12:20
27.....	16.55.18	8.58.15,53	$\bar{2}$.858	−28. 3.21,4	0,775	12:20
28.....	14.24. 6	8.55.45,55	$\bar{1}$,475n	−28.15.33,6	0,744	20:20
28.....	14.24. 6	8.55.45,38	$\bar{1}$,475n	−28.15.26,9	0,744	20:20
29.....	13.50. 6	8.53. 2	$\bar{1}$,590n	−28.28.12	0,717	16:20
30.....	15.23.41	8.50. 2	$\bar{1}$,115n	−28.42. 8	0,776	19:30
Décemb. 3.....	16.52.12	8.41. 4,93	$\bar{1}$,252	−29.16.33,3	0,775	14:20
3.....	16.52.12	8.41. 5,11	$\bar{1}$,252	−29.16.35,2	0,775	14:20

» Du 7 au 29 novembre inclusivement, les observations ont été faites en employant un oculaire qui grossissait 73 fois et avec lequel le noyau de la comète avait une forme très allongée, sensiblement rectiligne, dans lequel on entrevoyait de temps à autre trois ou quatre points plus brillants. Les mesures, pour cet intervalle, se rapportent à l'extrémité du noyau qui passait la première, et qui, par le renversement de la lunette, paraissait la plus basse. Avec le grossissement de 155 fois, le noyau était dédoublé en deux condensations d'inégale intensité; celle qui passait la première était la plus brillante; mais l'autre était un peu mieux définie, et c'est à cette seconde condensation que se rapportent les trois dernières mesures.

Dates. 1882.	Temps moyen de Tartenson.	Angle de position du noyau.	Longueur du noyau.
	h m	°	′ ″
Novembre 7..........	17. 0	115,1	»
8..........	16. 0	119,5	1.6
9..........	15.30	124,2	»
17..........	16.50	134,7	0.58
19..........	15.20	132,0	1.16
20..........	16. 0	132,2	»
21..........	16.20	129,4	»

Dates 1882.		Différence d'Æ. (des deux extrémités du noyau)	Différence de déclinaison (des deux extrémités du noyau)
	h m	s	″
Novembre 19..........	14.55	4,41	»
20..........	15.30	4,59	59,4
21..........	15.50	4,22	»
25..........	15.38	3,88	53,0
26..........	15.23	3,86	64,7
27..........	16.55	4,13	73,5
28..........	14.24	4,45	59,6

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète (Brooks et Swift), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. G. **Bigourdan**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1883.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ — ☆	Déclinaison. ☄ — ☆
			m s	′ ″
Mars 2.....	*a* 56-57 $W_2 0^h$	8,0	— 2. 3,01	— 5.22,2
3.....	*b* 21 B.D. + 31°	9,5	+ 2.52,57	— 3.19,5
4.....	*c* 69 B.D. + 31°	8,5	— 3. 7,18	— 2.51,2
5.....	*d* 89 »	8,5	— 1.48,24	+ 0.32,3

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 2...	*a*	0. 4.46,42	+0,19	+32. 1.46,5	+5,5	Leide IV, n° 137, p. 203
3...	*b*	0. 9.28,90	+0,19	+32. 3.51,0	+5,3	B.D.
4...	*c*	0.24.57,80	+0,25	+32. 4. 6,0	+3,9	B.D.
5...	*d*	0.33.14,21	+0,28	+31.59.10,4	+5,2	Leide IV, n° 52, p. 235

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. par. ascension droite.	Déclinaison apparente.	Log. fact. par. déclinaison.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Mars 2....	7.18.29	0. 2.43,60	$\bar{1}$,662	+31.56.29,8	0,746	12 : 22
3....	7.20.13	0.12.21,66	$\bar{1}$,662	+32. 0.36,8	0,742	12 : 24
4....	7.59.11	0.21.50,87	$\bar{1}$,657	+32. 1.18,7	0,713	15 : 30
5....	7.12. 1	0.31.26,25	$\bar{1}$,659	+31.59.47,9	0,721	18 : 36

» Mars 4. La comète est une nébulosité sans queue, ronde, de 2′,5 de diamètre, et dont l'éclat est à peu près celui d'une étoile de 6-7e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift-Brooks, faites à l'Observatoire de Lyon, avec l'équatorial Brunner de 6 pouces* (0^{m},160), par M. **Gonnessiat**, communiquées par M Ch. André.

Dates. 1882.	Temps moyen de Lyon.	Δα (✱—☆)	α apparente.	Log. fact. par.	Δδ (✱—☆)	δ apparente.	Log. fact. par.	Nombre de comp.	Étoiles
	h m s	m s	h m s		′ ″	° ′ ″			
Fév. 26....	8.36.49	+0.19,17	23.24.44,78	$\bar{1}$,643	+3.32,0	+31. 7.38,5	0,827	4:4	1
27....	7.59.43	+4. 5,44	23.34. 2,64	$\bar{1}$,672	−7. 2,8	+31.24.18,8	0,788	8:8	2
27	»	+4.19,47	23.34. 2,62	»	−8.52,8	+31.24.14,9	»	8:8	3
Mars 1....	7.46. 6	+0.20,59	23.53.12,07	$\bar{1}$,682	+5. 7,6	+31.49. 1,7	0,763	10:10	4
2....	7.47. 5	−1.55,91	0. 2.50,44	$\bar{1}$,684	−5.18,7	+31.56.30,5	0,756	8:8	5
3....	8. 3.15	−1,48,51	0.12.36,01	$\bar{1}$,682	+8. 3,0	+32. 0.50,5	0,767	8:8	6

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1....	23.24.25,56	+0,05	+31. 4. 1,2	+5,3	Weisse, 23^{h}, 492-3
2....	23.29.57,13	+0,07	+31.31.16,3	+5,3	» 611
3....	23.29.43,08	»	+31.33. 2,4	»	» 602
4....	23.52.51,34	+0,14	31.43.48,7	+5,4	» 1073
5....	0. 4.46,17	+0,18	32. 1.43,8	+5,4	Weisse 0^{h}, 56-17
6....	0.14.24,30	+0,22	31.52.42,1	+5,4	» 342

» La comète se présente comme une nébulosité brillante, à peu près arrondie, avec noyau bien condensé. Par un beau ciel, on distingue une queue rectiligne et déliée, de 13′ de longueur environ, dont l'angle de position était, le 2 mars, très approximativement de 11°. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur l'approximation des sommes de fonctions numériques.* Note de M. HALPHEN.

« Les récentes Communications de M. Sylvester [1] me déterminent à faire connaître une méthode nouvelle pour l'évaluation des sommes de fonctions numériques. Cette méthode, fondée sur l'emploi des intégrales imaginaires, s'applique à des exemples variés, dont plusieurs ont été déjà traités différemment par Dirichlet [2], par M. Mertens [3] et par M. Sylvester.

» En étudiant le Mémoire de Riemann [4] sur la totalité des nombres premiers, j'ai été conduit à envisager les intégrales de la forme suivante :

$$(1)\qquad F(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{A} \frac{x^z}{z} f(z)\,dz,$$

où la variable d'intégration suit une ligne A n'entourant pas le point zéro, et dont les extrémités sont $a + i\infty$, $a' + i\infty$, a et a' étant positifs. La lettre x désigne d'ailleurs une quantité réelle et positive [5]. L'intervention de ces intégrales dans la question actuelle tient à la propriété suivante. Soit

$$(2)\qquad f(z) = \frac{\lambda(1)}{1} + \frac{\lambda(2)}{2^z} + \frac{\lambda(3)}{3^z} + \ldots + \frac{\lambda(n)}{n^z} \ldots$$

Si la ligne A est prise dans la région où vaut le développement (2), on a

$$F(x) = \lambda(1) + \lambda(2) + \ldots + \lambda(n),$$

n étant l'entier contenu dans x.

» Un développement, tel que (2), converge ou bien pour toute valeur de z, ou bien pour les valeurs dont la partie réelle surpasse une certaine limite l. Dans le premier cas et aussi dans le second, si l est négatif, $F(x)$ ne croît pas indéfiniment avec x, mais converge vers $f(0)$. Si, au contraire, l est positif, $F(x)$ croît indéfiniment avec x, et l'intégrale (1) peut servir à trouver une expression asymptotique de $F(x)$, dans des cas que je vais définir.

» Si la fonction $f(z)$ est susceptible d'être prolongée pour les valeurs de

(1) Ce volume, p. 409 et 463.

(2) Mémoires de l'Académie de Berlin (*Abhandlungen*) pour 1849.

(3) *Journal de Crelle*, t. 77, p. 289.

(4) *OEuvres complètes*, p. 136.

(5) Dans les Comptes rendus (*Monatsberichte*) de l'Académie de Berlin pour 1878, p. 53, M. Kronecker a déjà considéré ces intégrales pour un autre but.

z à partie réelle au-dessous de l, alors on peut considérer une intégrale $\Phi(x)$, qui diffère de $F(x)$ seulement par le chemin d'intégration. Ce chemin B aura pour extrémités $b - i\infty$, $b' + i\infty$, b et b' étant moindres que l, tandis que a et a' sont supérieurs à l.

» Si, en outre, entre A et B, $f(z)$ n'a pour points singuliers que des pôles, et que les intégrales prises entre les extrémités correspondantes de A et B soient évanouissantes, $F(x)$ et $\Phi(x)$ ne diffèrent que par des résidus. Soit $z = \omega$ un de ces pôles, multiple d'ordre μ, le résidu R_ω a la forme

$$R_\omega = x^\omega(P_1 \log^{\mu-1} x + P_2 \log^{\mu-2} x + \ldots + P_\mu),$$

où $P_1, \ldots, P_\mu$ sont indépendants de x. On a ainsi

$$F(x) = \Phi(x) + \sum_\omega R_\omega.$$

Il arrive généralement alors que ΣR_ω est une expression asymptotique de $F(x)$. Effectivement une intégrale, telle que (1), prise en ligne droite, de $a - i\infty$ à $a + i\infty$, est, le plus souvent, infiniment plus petite que x^a, pour x infini. Cette conclusion est assurée, notamment lorsque $f(z)$ reste finie et oscille seulement dans une portion finie de la ligne A. S'il en est ainsi pour la ligne B, $\Phi(x)$ est infiniment plus petit que x^ω, et les résidus donnent bien l'expression asymptotique de $F(x)$.

» Ces diverses circonstances se rencontrent dans de nombreux exemples. Des artifices très simples les mettent en évidence. C'est ce que je vais faire voir maintenant.

» Pour $\lambda(n)$, prenons le nombre des nombres premiers avec n et qui lui sont inférieurs. Pour la série (2), nous avons alors cette expression, indiquée par M. Lipschitz ([1]),

$$f(z) = \frac{\zeta(z-1)}{\zeta(z)},$$

où $\zeta(z)$ désigne la fonction

$$\zeta(z) = 1 + \frac{1}{2^z} + \frac{1}{3^z} + \cdots + \frac{1}{n^z} \cdots$$

La limite l est ici égale à 2. D'autre part, la fonction $\zeta(z)$, prolongée par Riemann, est uniforme, douée du seul pôle $z = 1$, dont le résidu est l'unité; en outre, pour les valeurs de z à partie réelle au-dessus de 1, elle ne possède aucune racine. En prenant les chemins A et B de part et d'autre du point 2, le dernier entre 1 et 2, on a donc, pour $f(z)$, le seul pôle 2. Le

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 986.

résidu de $\frac{x^z f(z)}{z}$ est $\frac{x^2}{2\zeta(2)}$ ou $\frac{3x^2}{\pi^2}$. Nous avons donc

$$F(x) - \frac{3x^2}{\pi^2} = \Phi(x), \tag{3}$$

si toutefois nous pouvons prouver que les intégrales prises entre les extrémités correspondantes de A et B s'évanouissent. Or voici l'artifice très simple qui s'applique ici.

» Considérons la fonction $\theta(z)$, analogue à $\zeta(z)$, savoir :

$$\theta(z) = 1 - \frac{1}{2^z} + \frac{1}{3^z} - \frac{1}{4^z} + \dots \pm \frac{1}{n^z} \dots,$$

qui est définie par cette série pour les valeurs de z à partie réelle positive. Elle est liée à $\zeta(z)$ par la relation

$$\theta(z) = \zeta(z)(1 - 2^{1-z}) \tag{4}$$

Si l'on pose

$$f_1(z) = \frac{\theta(z-1)}{\zeta(z)},$$

le développement de $f_1(z)$ sous la forme (2) est encore valable quand z a sa partie réelle entre 1 et 2. Donc l'intégrale

$$F_1(x) = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{x^z}{z} f_1(z)\,dz$$

reste la même si on la prend le long de A ou le long de B. Donc les intégrales de $\frac{x^z f_1(z)}{z}$ entre les extrémités de A et B s'évanouissent. D'après la relation (4), cette conclusion s'étend à $\frac{x^z f(z)}{z}$. L'égalité (3) est donc prouvée.

» Pour évaluer maintenant $\Phi(x)$, je l'écris ainsi

$$\Phi(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_B \frac{x^z}{z}\,\frac{\theta(z-1)}{\zeta(z)}\,\frac{1}{1-2^{2-z}}.$$

Puisque, le long de B, la partie réelle de z est moindre que 2, on aura une série convergente en développant le dernier facteur suivant les puissances croissantes de 2^{z-2}, et intégrant les termes de la série. J'ai ainsi

$$-\Phi(x) = \frac{1}{2^2}F_1(2x) + \frac{1}{2^4}F_1(2^2x) + \dots + \frac{1}{2^{2n}}F_1(2^n x)\dots.$$

Cette série étant convergente, la somme des termes à partir du $n^{\text{ième}}$ est infiniment petite pour n infini. Faisant $2^n x = \varkappa$, j'ai donc

$$\lim.\ \frac{1}{\varkappa^2}\left[F_1(\varkappa) + \frac{1}{2^2}F_1(2\varkappa) + \dots\right]_{\varkappa=\infty} = 0.$$

Donc $\lim \left[\frac{1}{x^2}\Phi(x)\right]_{x=\infty} = 0$. Donc $F(x)$ a bien $\frac{3x^2}{\pi^2}$ pour expression asymptotique, comme l'ont trouvé les géomètres cités plus haut.

» Dans une Communication ultérieure, si l'Académie veut le permettre, j'indiquerai d'autres applications, dont une fort importante. Je prouverai, en effet, que la fonction de M. Tchebychef, somme des logarithmes des nombres premiers inférieurs à x, est asymptotique à x, ce qu'on n'avait pu établir jusqu'à présent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries des polynômes.* Note de M. H. **Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« On sait quel parti l'Analyse a tiré des fonctions définies par des séries dont le $n^{\text{ième}}$ terme est un polynôme entier d'ordre n. On connaît en particulier les travaux de MM. Tchebychef, Darboux, Fröbenius, Halphen et Appell. Je suis arrivé, au sujet de ces séries, à un résultat incomplet, mais qui peut présenter quelque intérêt à cause de sa généralité.

» Considérons une série de polynômes $P_0, P_1, P_2, \ldots$, tels que P_n soit un polynôme entier de degré n en x, et soit lié aux k polynômes précédents par une relation de récurrence

$$(1) \qquad Q_0 P_n \pm Q_1 P_{n-1} + Q_2 P_{n-2} + Q_3 P_{n-3} + \ldots + Q_k P_{n-k} = 0.$$

Dans cette relation, je suppose que Q_i est un polynôme entier donné en x et en n, de degré i en x. Je considère les séries de la forme

$$(2) \qquad \alpha_0 P_0 + \alpha_1 P_1 + \ldots + \alpha_n P_n + \ldots,$$

où les α sont des coefficients constants, et j'en recherche les conditions de convergence. Le plan des x sera divisé en deux régions par une certaine courbe limite; dans l'une des régions en série, (2) sera convergente, dans l'autre divergente. Quand on fera varier les coefficients α, il est aisé de voir que la courbe limite variera, mais les diverses courbes limites formeront une seule série de courbes s'enveloppant mutuellement, de telle façon que par un point du plan passe une courbe limite, et une seule. C'est ainsi que, si P_n se réduit à x^n, les courbes limites sont des cercles ayant pour centre l'origine, et, si P_n se réduit au polynôme de Legendre X_n, elles sont des ellipses ayant pour foyers -1 et $+1$. Cherchons à déterminer ces courbes limites. Pour cela envisageons la série

$$(3) \qquad P_0 + zP_1 + \ldots + z^n P_n + \ldots.$$

Si, dans cette série, on regarde un instant x comme une constante et z comme la variable indépendante, on voit qu'elle satisfait à une équation différentielle linéaire dont les coefficients sont des polynômes entiers en x et en z. Pour trouver les limites de convergence de la série (3), il faut chercher les points singuliers de cette équation; on les obtient en égalant à zéro le premier coefficient de cette équation, qui est un polynôme entier en x et en z. Voici comment on formera ce coefficient : soit λ la plus haute puissance de n dans le premier membre de (1); formons l'expression

$$Q_0 + Q_1 z + \ldots + Q_k z^k.$$

Cette expression, si on l'ordonne suivant les puissances de n, s'écrira

$$H n^\lambda + K n^{\lambda-1} + \ldots,$$

H, K, ... étant des polynômes en x et en z. H sera le coefficient cherché. L'équation

$$H = 0$$

nous donne alors les points singuliers. On en tirera k valeurs de z, que j'appelle $z_1, z_2, \ldots, z_k$, en fonctions de x. Le plus petit module de ces k quantités sera aussi une fonction de x, que j'appelle $\varphi(x)$. L'équation générale des courbes limites sera alors

$$\varphi(n) = \text{const.}$$

» Si, par exemple, on a

$$H = z^2 + 2zx + 1,$$

les courbes limites seront des ellipses ayant -1 et $+1$ pour foyers.

» Si l'on a

$$H = (z - x + a)(z - x + b),$$

les courbes limites seront formées de deux arcs de cercle ayant pour centres l'un le point a, l'autre le point b.

» Cette méthode est en défaut quand le polynôme H, ordonné suivant les puissances de z, se réduit à un seul terme; mais la difficulté peut être tournée. Posons, en effet,

$$P_n = \frac{R_n}{(n!)^p},$$

p étant un nombre donné, positif ou négatif, entier ou fractionnaire. On

aura entre les R_n une relation de récurrence de la forme

$$S_0 R_n + S_1 R_{n-1} + \ldots + S_k R_{n-k} = 0,$$

les S étant des polynômes entiers en x et des fonctions de n; on pourra choisir μ de telle façon que

$$\lim \frac{S_0 + S_1 z + \ldots + S_k z^k}{n^\mu} = H_1 \quad (\text{pour } n = \infty),$$

H_1 étant un polynôme entier en x et en z, et l'on aura pu choisir p de telle façon que ce polynôme, ordonné suivant les puissances de z, contienne plus d'un terme. Le polynôme H_1 remplacera alors le polynôme H.

» Il resterait à trouver les conditions pour qu'une fonction donnée $F(x)$ puisse être développée en série de la forme (2) à l'intérieur d'une certaine courbe limite. Il *faut* qu'elle soit holomorphe à l'intérieur de cette courbe limite. Mais je n'ai pu encore démontrer rigoureusement que cette condition soit suffisante. »

MÉCANIQUE. — *Sur les trajectoires des divers points d'une bielle en mouvement.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Resal.

« On utilise fréquemment, dans les mécanismes, les courbes décrites par les divers points d'une bielle oscillante dont la tête parcourt un cercle complet, et le pied un arc de cercle, les points décrivants pouvant d'ailleurs être pris sur la droite qui joint ces deux points, c'est-à-dire sur l'axe même de la bielle, ou en dehors de cet axe.

» Pour les mécanismes employés d'ordinaire, le cercle décrit par la tête de la bielle est petit par rapport à la longueur de cette pièce et par rapport au rayon de l'arc de cercle que parcourt le pied.

» Cette double condition, par les simplifications qu'elle entraîne, est caractéristique du problème que nous avons en vue, et elle détermine les propriétés mécaniques spéciales de ces courbes qui doivent être utilisées dans la pratique.

» Les trajectoires en question peuvent alors être définies par le système général d'équations

$$x = A_0 + A_1 \cos\theta + B_1 \sin\theta + A_2 \cos 2\theta + B_2 \sin 2\theta,$$
$$y = C_0 + C_1 \cos\theta + D_1 \sin\theta + C_2 \cos 2\theta + D_2 \sin 2\theta,$$

qui représente des courbes unicursales du quatrième ordre et dans lequel

l'ensemble des termes en $\cos 2\theta$ et $\sin 2\theta$ est petit par rapport aux termes en $\cos\theta$ et $\sin\theta$.

» Sous cette forme, il est facile de reconnaître que ces équations représentent des courbes engendrées par un point mobile M qui parcourt une ellipse (E_2) pendant que le centre G_2 de cette ellipse parcourt lui-même une autre ellipse (E_1) de centre G_1; les vitesses des deux points M et G_2 étant réglées de façon que les aires décrites par les rayons vecteurs correspondants MG_2 et G_2G_1 dans les deux ellipses soient dans un rapport constant et que le point M effectue deux révolutions complètes pendant que le point G_2 en fait une.

» Il faut ajouter, en vertu de la remarque faite plus haut, que l'ellipse mobile (E_2) est petite par rapport à l'ellipse fixe (E_1).

» La classification de ces courbes résulte des particularités présentées par les ellipses (E_1) et (E_2).

» Au point de vue des applications, il faut considérer surtout les cas les plus simples : ce sont ceux où l'une ou l'autre des ellipses (E_1) et (E_2) se réduit à une portion de droite.

» Tout d'abord, l'ellipse mobile (E_2) se réduit à une portion de droite quand le centre du cercle de tête se trouve sur la tangente moyenne de l'arc de cercle parcouru par le pied de la bielle.

» Les trajectoires des divers points du corps de bielle peuvent alors être considérées comme des ellipses dont l'un des diamètres aurait été courbé suivant un certain arc de parabole, les cordes conjuguées à ce diamètre conservant du reste leurs grandeurs et leur direction.

» Quant à l'ellipse principale (E_1), dont la forme, en raison des dimensions relatives des deux courbes, influe le plus sur l'allure générale des courbes que nous avons en vue, elle se réduit à une portion de droite pour tous les points du corps de bielle qui se trouvent sur la normale au cercle de pied quand celle-ci occupe sa position moyenne.

» Les trajectoires des divers points de cette normale présentent alors la forme de lemniscates très aplaties, infléchies suivant une parabole.

» Ce double fait, de donner lieu à des trajectoires très aplaties dont la courbure générale peut varier, explique l'importance particulière de ce dernier cas dans la pratique. On conçoit, en effet, que ces sortes de courbes puissent être souvent substituées à des arcs ordinaires et l'on y trouve généralement cet avantage d'éviter ainsi des complications de mécanismes et des pertes de travail.

» Il résulte de ce qui précède qu'il convient de prendre le point décrivant sur une certaine droite déterminée.

» Mais, pour tirer de cette substitution tout le parti possible, il est essentiel de posséder des règles permettant de fixer, dans chaque cas particulier, la position du point sur la droite et les dimensions des diverses pièces du mécanisme, de façon à obtenir tout le degré d'approximation que comporte la question. La recherche de ces règles fera l'objet d'une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la théorie des machines électromagnétiques.* Note de M. **Joubert.**

« Les déterminations faites par M. Tresca sur les machines de M. Deprez donnent pour la première fois, d'une manière précise, la mesure de ce phénomène déjà connu, mais non encore expliqué, qu'il y a une perte de travail dans la machine, en dehors de celle qui est la conséquence de la loi de Joule.

» Cette perte a été attribuée à des causes diverses; on n'a pas, que je sache, signalé la suivante qui, à mon sens, doit être de beaucoup la plus importante.

» Toutes les machines dites à *courants continus* se composent d'un certain nombre d'éléments, tels que les torons de l'anneau Gramme qui, dans le cas, par exemple, où la machine fonctionne comme réceptrice, passent d'une position où l'énergie potentielle a une valeur maximum W_0 à une autre diamétralement opposée, de valeur minimum W_1. La différence $W_0 - W_1$ représente le travail électromagnétique fourni par le toron en passant de la première position à la seconde. Pour que le mouvement puisse continuer, il faut, à ce moment, renverser le sens du courant dans le toron, c'est-à-dire détruire en pure perte l'énergie électrique qu'il possède et lui restituer intégralement l'énergie primitive W_0. L'opération se répète deux fois par tour pour chaque toron. Abstraction faite du travail de la résistance, le rendement est donc $\frac{W_0 - W_1}{W_0}$.

» Il est facile d'évaluer la limite inférieure de l'énergie électrique qui est sacrifiée ainsi à chaque demi-tour, et qui se manifeste, en partie du moins, sous forme d'étincelle. Si l'on désigne par I_1 l'intensité du courant au moment où on l'annule dans le toron et par l le coefficient de self-induction de celui-ci, cette perte a pour valeur $\frac{lI_1^2}{2}$. Si l'anneau se compose de p torons et s'il fait n tours par seconde, la perte dans chaque unité de temps est donc

au minimum $npl\mathrm{I}_1^2$ ou $n\mathrm{LI}_1^2$, en désignant par L le coefficient de self-induction de l'anneau entier.

» On sait par l'expérience que, dans la machine réceptrice, le changement de sens du courant doit se faire avant que le toron passe par la ligne des pôles. La position du commutateur ou des balais est donnée analytiquement par la condition que le travail électromagnétique $\mathrm{W}_0 - \mathrm{W}_1$ soit maximum. Des considérations analogues s'appliquent à la machine fonctionnant comme génératrice.

» Tous les coefficients qui interviennent dans les équations peuvent être déterminés directement. La vérification de la théorie est donc relativement facile. Je l'aurais faite depuis longtemps si les moyens matériels ne m'avaient fait défaut. J'ai été heureux d'en trouver une confirmation indirecte dans les nombres publiés par M. Tresca : la valeur qu'on en déduit pour le coefficient de self-induction des machines de M. Deprez est tout à fait dans les limites de grandeur qui correspondent à ce genre de machines. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau collimateur*. Note de M. L. **Thollon**, présentée par M. Tisserand.

« L'appareil à prismes liquides dont je me sers depuis plusieurs années pour mes études de spectroscopie solaire ne saurait, comme les appareils à diffraction, être adapté à une lunette équatoriale et en suivre les mouvements. Par le fait de sa nature et de sa construction, il est condamné à rester immobile dans la position horizontale et ne pourrait sans difficultés tourner autour de son axe. Pour un tel instrument, l'emploi de la lunette horizontale était tout indiqué et presque seul possible. Mais cette lunette elle-même présente de si grands avantages que je n'ai pas à regretter de ne pas pouvoir me servir d'un équatorial.

» Mais, si l'appareil doit rester immobile, la fente, pour rester toujours parallèle aux arêtes des prismes, doit aussi conserver toujours la même direction et ne peut être rendue tangente ou normale à tous les points du contour de l'image solaire. Il n'était donc pas possible d'observer toutes les protubérances dans des conditions également favorables. C'était là un grave inconvénient que j'ai longtemps considéré comme irrémédiable. Heureusement il n'en était rien et je dois à M. Gouy l'idée aussi simple qu'ingénieuse d'une fente pouvant prendre successivement toutes les directions

possibles et qui, vue à travers le collimateur, reste complètement immobile et dans une direction constante. Voici comment on arrive à ce résultat :

» Plaçons derrière la fente d'un collimateur un prisme à réflexion totale de manière que sa face hypoténuse soit à la fois parallèle à l'axe du collimateur et à la fente ; la lumière émise par celle-ci se réfractera également à l'entrée et à la sortie du prisme et entre les deux réfractions se réfléchira totalement sur la face hypoténuse, de sorte que l'image de la fente se verra à travers le prisme, comme on la verrait directement ; seulement le bord droit sera devenu le bord gauche et réciproquement. C'est l'effet bien connu du prisme à réversion de Zöllner. Faisons maintenant tourner la fente d'un angle quelconque α et le prisme d'un angle $\frac{\alpha}{2}$: la face hypoténuse sera évidemment parallèle à la bissectrice de l'angle α, et, comme cette face fait office de miroir, elle donnera une image de la fente qui coïncidera avec la première position de celle-ci. Ainsi, bien que la fente ait changé de direction de l'angle α, son image sera restée fixe et il en sera de même pour toute valeur de α si le déplacement angulaire du prisme est toujours de même sens et moitié moindre que le déplacement angulaire de la fente.

» La mise en pratique de cette théorie n'a présenté aucune difficulté. Un système d'engrenages très simples que l'observateur conduit de sa place avec une manette rend les deux mouvements solidaires et leur donne constamment le rapport convenable. Un cercle en verre dépoli dont les divisions sont visibles par transparence est fixé à l'axe des roues dentées et permet à chaque instant de lire la valeur de α.

» Ce collimateur, parfaitement construit par M. Gautier, constitue pour mon appareil un perfectionnement d'une grande importance. »

CHIMIE. — *Dissociation du bromhydrate d'hydrogène phosphoré.* Note de M. F. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« Dans des Notes récentes ([1]), j'ai montré comment se comportent les vapeurs de bisulfhydrate d'ammoniaque en présence d'un excès d'un des gaz composants. J'ai établi ensuite qu'on devait regarder ces vapeurs comme formées d'un simple mélange des gaz ammoniac et acide sulfhydrique et j'ai énoncé les lois expérimentales de la dissociation de ce composé.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 958, et t. XCV, p. 1355.

» J'ai appliqué les mêmes méthodes à l'étude de la vapeur du bromhydrate d'hydrogène phosphoré, corps qui est constitué exactement comme le bisulfhydrate, et qui possède déjà, à une température comprise entre 10 et 20°, une force élastique assez considérable pour que les expériences puissent se faire, comme pour le sulfhydrate, à la température ordinaire.

» J'ai préparé par combinaison directe, dans divers tubes barométriques, du bromhydrate d'hydrogène phosphoré, puis j'ai introduit dans quelques-uns un excès d'acide bromhydrique ou d'hydrogène phosphoré. L'acide bromhydrique résultait de l'action du brome sur la naphtaline, et l'hydrogène phosphoré de la décomposition par la solution de potasse de l'iodhydrate d'hydrogène phosphoré. Les tubes qui renferment un excès de gaz sont gradués en parties d'égale capacité; une simple lecture donne le volume occupé par le gaz dans ces tubes. Les gaz introduits en excès ayant été mesurés à une pression et une température connues, un calcul facile donne pour chaque expérience la pression propre au gaz libre ajouté en excès. Dans toutes ces expériences, une partie du bromhydrate reste à l'état solide sur les parois du tube; la vapeur acquiert ainsi au bout d'un temps variable sa tension maximum dans chaque tube. Les expériences seront d'autant plus exactes que la température sera restée plus longtemps constante.

» Je donne dans le Tableau suivant quelques-uns des résultats que j'ai obtenus. Pour les tubes avec excès de gaz, la pression totale P a été calculée par la formule que j'ai vérifiée expérimentalement pour le bisulfhydrate d'ammoniaque, $P = \sqrt{p^2 + h^2}$, p étant la tension maximum de la vapeur dans le vide et h la pression propre au gaz libre en excès, pression déduite de son volume.

		A		
Températures.	Tension maximum mesurée dans le vide.	1° Tension de PhH^3 en excès.	2° Pression totale observée.	3° Pression totale calculée.
°	mm	mm	mm	mm
7,6	118,6	299,3	321,6	321,9
9,6	142,6	287,6	325,7	321,0
10,0	148,6	286,3	326,4	322,5
12,5	175,0	287,7	333,0	332,9
12,5	176,3	287,8	333,3	337,6
13,6	180,9	284,2	336,9	336,9
14,3	188,2	282,9	337,3	339,7
19,8	266,8	262,8	364,2	374,0

Températures.	B 1° Tension de PhH^3 en excès.	B 2° Pression totale observée.	B 3° Pression totale calculée.	C 1° Tension de HBr en excès.	C 2° Pression totale observée.	C 3° Pression totale calculée.
°	mm	mm	mm	mm	mm	mm
8,0.....	186,3	228,2	227,4	230,6	262,9	261,7
9,6.....	180,2	231,2	229,8	228,0	265,2	268,9
10,0.....	178,4	232,0	232,0	227,1	265,6	271,3
12,5.....	177,5	248,0	249,3	219,2	282,3	281,3
13,6.....	173,7	247,3	250,7	220,2	286,1	285,1
14,3.....	172,1	249,9	255,0	218,4	285,0	288,3
20,4.....	147,1	297,5	311,7	190,9	331,3	334,6

» Les résultats de l'expérience et du calcul s'accordent d'une façon satisfaisante; les seuls cas où les divergences sont prononcées sont ceux relatifs à une température élevée qui n'a pu être maintenue constante pendant assez longtemps, en sorte que la pression totale observée est un peu inférieure à la pression calculée; les tubes étant placés les uns à côté des autres et les mesures se faisant simultanément, on serait porté à admettre que l'équilibre s'établit plus rapidement en présence d'un excès d'acide bromhydrique, car, pour le tube C, les différences à la température de 20°,4 sont notablement inférieures à ce qu'elles sont pour B.

» D'un autre côté, les expériences de MM. Berthelot et Ogier ont établi que la chaleur de combinaison de l'hydrogène phosphoré avec les acides iodhydrique et bromhydrique est exactement égale à la chaleur de volatilisation du produit de la combinaison; de plus, la manière dont se forme le chlorhydrate d'hydrogène phosphoré, qui n'existe que sous une forte pression, et l'analogie bien connue des acides bromhydrique et chlorhydrique ne permettaient guère de supposer que cette volatilisation ne fût pas un phénomène de dissociation. Les résultats de mes expériences montrent que la loi de dissociation qui s'applique au bisulfhydrate d'ammoniaque est vraie également pour le bromhydrate d'hydrogène phosphoré, dont la vapeur est formée de volumes égaux des deux gaz.

» Ainsi, comme le bisulfhydrate, le bromhydrate d'hydrogène phosphoré se dissocie en donnant naissance à de l'hydrogène phosphoré et à de l'acide bromhydrique, jusqu'à ce que la pression des deux gaz atteigne une certaine limite, constante à une même température, qui croît avec elle d'abord lentement, puis plus rapidement. C'est la même loi que pour la dissociation d'un corps solide, comme le carbonate de chaux dans les expériences de M. H. Debray ou les chlorures ammoniacaux dans les

miennes. La seule différence consiste en ce que l'un des gaz peut ici être remplacé, au moins partiellement, par l'autre gaz composant; mais alors la pression totale, qui était p dans le premier cas, devient $P = \sqrt{p^2 + h^2}$, h étant la pression du gaz libre introduit en excès. Les pressions de chaque gaz sont alors $\frac{1}{2}(h + \sqrt{p^2 + h^2})$ et $\frac{1}{2}(-h + \sqrt{p^2 + h^2})$ ou $\frac{P + h}{2}$ et $\frac{P - h}{2}$. »

CHIMIE. — *Sur le chlorhydrate sulfurique.* Note de M. J. Ogier, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai étudié dans le présent travail quelques données thermiques et quelques réactions du composé S^2O^6HCl découvert par M. Williamson : cette substance, que l'on a désignée sous des noms divers, et que j'appellerai *chlorhydrate sulfurique*, s'obtient directement et avec la plus grande facilité lorsqu'on met en contact du gaz chlorhydrique et de l'acide sulfurique anhydre [1]. Le liquide préparé de cette manière contient en général de petites quantités de chlorure de pyrosulfuryle ; on s'en assure en le traitant par l'eau, qui ne réagit pas immédiatement sur S^2O^5Cl et le laisse sous forme de petites gouttes huileuses, tandis qu'elle détruit S^2O^6HCl avec la plus grande énergie. Le produit employé dans les expériences qui suivent présentait, après rectification, le point d'ébullition 150°,5-151, sous la pression 755 [2].

» La composition centésimale était la suivante :

		Calculé.
Chlore....................	29,9	30,4
Soufre....................	27,9	28,3

» 2. La chaleur dégagée par la dissolution de ce corps dans l'eau a été trouvée égale à $39^{Cal},94$; 40,27; 40,34; un autre échantillon préparé, comme je le dirai plus loin, par l'action de l'eau sur le chlorure de pyrosulfuryle, a donné $39^{Cal},93$. J'adopterai le chiffre 40,3.

---

(1) MM. Dewar et Cranston (*Chem. News*, t. XX, p. 174), MM. Beckurts et Otto (*Deut. Chem. Gesellsch.*, t. II, p. 2058) ont indiqué la production facile de ce corps par la dissolution du gaz chlorhydrique dans l'acide sulfurique fumant très concentré; je préfère employer l'acide anhydre.

(2) Les points d'ebullition indiqués par les divers auteurs sont assez différents : Williamson, 145°; Michaëlis, 158°; Baumstark, 151°; Beckurts et Otto, 150,7, 152,7; Thorpe, 155°.

» Il en résulte que la réaction

$S^2O^6SO l + HCl$ gaz $= S^2O^6HCl$ liquide, dégage........... $+14,4$
S^2O^5gaz $+ HCl$ gaz $= S^2O^5HCl$ liquide, dégage........... $+26,2$

L'exactitude de ces nombres a été vérifiée par synthèse : en effet, l'union de S^2O^6 et de HCl, directement mesurée dans le calorimètre, a dégagé $+14^{Cal},3$.

» La chaleur spécifique du chlorhydrate sulfurique, entre $+15°$ et $80°$, est, d'après mes expériences, o, 282.

» La chaleur de vaporisation, pour $116^{gr},5$, est 12,8. La chaleur de formation du composé gazeux à partir des deux acides gazeux est donc voisine de $+13^{Cal},4$. Pour l'évaluer rigoureusement, il faudrait connaître la chaleur spécifique de l'acide sulfurique anhydre. Néanmoins, ce dégagement de chaleur indique que le composé existe réellement à l'état gazeux, du moins à la température de l'ébullition. On peut remarquer que ce chiffre est du même ordre de grandeur que la chaleur de formation de certains composés formés dans des circonstances analogues, comme, par exemple, les combinaisons des carbures avec les hydracides

$$(C^4H^4 + HCl : 31,9; \quad C^{10}H^{10} + HCl : +16,9).$$

» 3. D'après les données précédentes, il est aisé de prévoir que le chlorure de pyrosulfuryle peut être transformé sous l'influence de l'eau en chlorhydrate S^2O^6HCl; en effet, la réaction

$S^2O^5Cl + HO$ liquide $= S^2O^6HCl$ liquide, dégagerait environ..... 27^{Cal}

» Cette transformation se produit lentement, comme je l'ai vérifié, lorsqu'on abandonne le chlorure de pyrosulfuryle dans une atmosphère contenant une quantité d'eau limitée. Inversement j'ai réussi à changer le chlorhydrate sulfurique en chlorure de pyrosulfuryle sous l'influence d'un agent déshydratant énergique; l'expérience réussit très bien lorsqu'on distille S^2O^6HCl sur de l'acide phosphorique anhydre.

» 4. La densité de vapeur du chlorhydrate sulfurique a été déterminée par M. Williams (*Chem. Soc.*, 2e série, t. VII, p. 304), qui a obtenu le chiffre 2,27. De mon côté, j'ai trouvé par la méthode de Meyer, à 180° et à 216°, les nombres 2,46, 2,35, 2,45, 2,36, 2,38. La densité théorique correspondant à 4 volumes serait 4,03. Se rapprocherait-on de ce nombre en opérant à des températures plus voisines du point d'ébullition, telles par exemple que celles pour lesquelles j'établis un dégagement de chaleur voisin de $13^{Cal},42$? C'est ce que l'on ne saurait affirmer. M. Williams admet

à la vérité que le composé est dissocié à la température de l'ébullition; mais c'est une simple supposition, l'auteur n'ayant pas réussi à démontrer que la vapeur renfermât de notables quantités d'acide chlorhydrique libre. »

CHIMIE. — *Sur le chlorure de pyrosulfuryle.* Note de M. **J. Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« Quelques-unes des données numériques exposées dans le travail ci-dessus me permettent, je crois, de répondre par des arguments nouveaux à la Note récente de M. Konowaloff (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1284), Note relative à la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle. Cet auteur suppose, sans preuves, que j'ai dû employer, au lieu de S^2O^5Cl, le composé S^2O^6HCl, ou tout au moins un mélange en renfermant de grandes quantités. J'ai déjà montré qu'il n'en est pas ainsi (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 66). J'ajouterai aujourd'hui que les données thermiques des deux corps sont absolument dissemblables : ainsi la chaleur spécifique de S^2O^5Cl est 0,258, celle de S^2O^6HCl est 0,282; la chaleur de vaporisation de S^2O^5Cl est (pour 1^{gr}) 61,2; celle de S^2O^6HCl est 110,4. Enfin l'action d'un excès d'eau sur 1^{gr} de matière est, pour le premier corps, $0^{Cal},61$, pour le second $0^{Cal},94$. Ces chiffres sont assez différents, je pense, pour montrer qu'il n'est pas possible de confondre ces deux corps : mes anciennes mesures de densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle ont d'ailleurs été prises sur l'échantillon même dont j'ai mesuré les constantes thermiques.

» J'ai cru utile, pour ne laisser subsister aucun doute, de mesurer de nouveau cette densité; le produit employé a été rectifié à deux reprises sur l'acide phosphorique anhydre : ainsi que je l'ai dit plus haut, cette opération élimine le chlorhydrate qui pourrait souiller le chlorure de pyrosulfuryle. Le point d'ébullition du corps pur était 140°,5 (corrigé) ($H = 775$) [1]. J'ai trouvé avec l'appareil Meyer, dans la vapeur d'aniline, les nombres 3,53 et 3,65; dans la vapeur de trichlorure d'antimoine (215°), 3,59 et 3,81.

» En résumé, je maintiens entièrement cette question de fait, que la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle est bien 3,72, et non 7,4. Sans prétendre expliquer les résultats contraires obtenus par M. Konowaloff, je

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

pense que tout chimiste qui répétera ces expériences avec les précautions convenables arrivera aux mêmes chiffres que moi [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur de formation des glycolates solides.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

» *Glycolate de potasse.* — J'ai obtenu un glycolate de potasse hydraté, qui cristallise en fines aiguilles rayonnées. Ce corps a pour formule $C^4H^3KO^6$, HO. Séché à 120°, il devient anhydre.

	Cal
Chaleur de dissolution de l'hydrate	— 4,66
» » du sel anhydre	— 1,64
» de formation de l'hydrate à partir du sel solide et de l'eau liquide.	+ 3,02
Chaleur de formation de l'hydrate à partir du sel anhydre et de l'eau solides.	+ 2,30
Chaleur de formation du sel anhydre solide depuis $C^4H^4O^6$ et KHO^2 solides.	+ 26,52 [2]

» *Glycolate de soude.* — A chaud, on obtient un sel anhydre bien cristallisé en prismes orthorhombiques; à froid, un sel hydraté en lamelles brillantes répondant à la formule $C^4H^3NaO^6$, HO.

	Cal
Chaleur de dissolution du sel anhydre	— 2,56
» » de l'hydrate	— 3,52
» de formation de l'hydrate à partir du sel solide et de l'eau liquide.	+ 0,96
Chaleur de formation de l'hydrate à partir du sel anhydre solide et de l'eau solide.	+ 0,24
» » du sel anhydre solide depuis $C^4H^4O^6$ et $NaHO^2$ solides.	+ 24,64

Glycolate acide de soude. — En évaporant une dissolution contenant un équivalent de glycolate neutre de soude et un équivalent d'acide, j'ai isolé un glycolate acide cristallisé en aiguilles soyeuses. Sa formule est $C^4H^3NaO^6 + C^4H^4O^6$.

	Cal
Chaleur de dissolution du sel acide	— 8,02
Chaleur de formation à l'état dissous	+ 13,80
Chaleur de formation du sel acide solide depuis $2C^4H^4O^6$ et $NaHO^2$ solides	+ 27,52

» *Glycolate d'ammoniaque. Sel acide.* — On connaît un sel acide

---

(1) Points d'ébullition indiqués : Rose, 145°; Armstrong, 144°-148°; Michaëlis, 146. Certains des produits étudiés renfermaient sans doute du chlorhydrate S^2O^6HCl, ce qui n'est pas le cas de celui avec lequel j'obtiens le point d'ébullition 140,5.

(2) Pour le calcul, voir *Essai de Mécanique chimique* de M. BERTHELOT, t. I, p. 44.

$C^4H^3(AzH^4)O^6 + C^4H^4O^6$, obtenu en évaporant des solutions d'acide glycolique neutralisées exactement par l'ammoniaque.

	Cal
Chaleur de dissolution du sel acide	− 9,66
Chaleur de formation à l'état dissous	+ 12,43
Chaleur de formation du sel acide solide à partir de $2C^4H^4O^6$ et de AzH^3 gaz	+ 25,39

» *Sel neutre.* — Pour obtenir le sel neutre, j'ai eu recours au procédé imaginé par M. Berthelot pour préparer l'acétate d'ammoniaque neutre, et divers autres, la saturation à froid, par un courant du gaz ammoniac, d'une dissolution très concentrée de l'acide. Les cristaux qui se déposent à la longue ont la composition du glycolate neutre d'ammoniaque anhydre.

	Cal
Chaleur de dissolution du sel neutre	− 3,23
Chaleur de formation à partir de $C^4H^4O^6$ solide et AzH^3 gaz	+ 21,51

» *Glycolate de baryte.* — Ce sel est anhydre, en prismes clinorhombiques.

	Cal
Chaleur de dissolution	− 2,54
Chaleur de formation depuis $C^4H^4O^6$ et $BaHO^2$ solides	+ 20,22

» *Glycolate de strontiane.* — Ce composé est anhydre.

	Cal
Chaleur de dissolution	− 0,60
Chaleur de formation à partir du $C^4H^4O^6$ et $SrHO^2$ solides	+ 18,08

» *Glycolate de chaux.* — Ce sel a été décrit avec 2 équivalents d'eau de cristallisation par Fahlberg ([1]), avec 3 par Schulze ([2]), 4 par Fittig ([3]), enfin avec 5 par Crommydis ([4]). J'ai obtenu deux de ces hydrates :

» Par dessiccation à l'air libre des cristaux déposés à froid des solutions concentrées, j'ai eu l'hydrate à 5HO. En précipitant ces dissolutions par leur volume d'alcool à 90°, j'ai obtenu le composé $C^4H^3CaO^6, 3HO$. La dessiccation à 110° de ces deux corps donne le sel anhydre.

	Cal
Chaleur de dissolution du sel anhydre	−0,81
» de $C^4H^3CaO^6, 3HO$	−3,53
» de $C^4H^3CaO^6, 5HO$	−3,90
Chaleur de formation de $C^4H^3CaO^6, 3HO$	+0,55
» de $C^4H^3CaO^6, 5HO$	−0,51

A partir du sel anhydre et de l'eau solides.

([1]) *J. f. praktische Chem.* (1873), t. VII, p. 329.
([2]) *Chem. centr.* (1862), p. 609.
([3]) *J. f. prakt. Chem.* (2), t. X, p. 271.
([4]) *Bull. Soc. Chim.*, t. XXVII, p. 3.

» Le passage de l'hydrate à 5HO à l'hydrate à 3HO donne $+ 1^{\text{Cal}},07$.

» Enfin on a pour la chaleur de formation du sel anhydre à partir de $C^4H^4O^6$ et $CaHO^2$ solides : $+ 13^{\text{Cal}},49$.

» *Glycolate de magnésie.* — Ce sel cristallise avec $2^{\text{éq}}$ d'eau.

	Cal
Chaleur de dissolution du sel anhydre	+ 2,20
» de l'hydrate	— 0,76
Chaleur de formation de l'hydrate depuis l'eau liquide	+ 2,96
» » » solide	+ 1,52
» du sel anhydre depuis $C^4H^4O^6$ solide et MgO	+ 9,46

» *Glycolate de zinc.* — Ce composé contient également $2^{\text{éq}}$ d'eau.

	Cal
Chaleur de dissolution du sel anhydre	+ 0,33
» de l'hydrate	— 2,03
Chaleur de formation de l'hydrate depuis l'eau liquide	+ 2,36
» » » solide	+ 0,92
» du sel anhydre depuis $C^4H^4O^6$ solide et ZnO	+ 7,99

» *Glycolate de cuivre.* — Ce sel est anhydre.

	Cal
Chaleur de dissolution	— 0,81
Chaleur de formation depuis $C^4H^4O^6$ solide et CuO	+ 6,37

» *Glycolate de plomb.* — Ce composé est anhydre.

	Cal
Chaleur de dissolution	— 2,90 (1)
Chaleur de formation depuis $C^4H^4O^6$ solide et PbO	+ 8,41

» On peut réunir ces résultats en un Tableau qui permet de se rendre compte des relations de l'acide glycolique avec les deux acides les plus voisins, l'acide acétique et l'acide oxalique.

	KO.	NaO.	AzH^3.	BaO.	SrO.	CaO.	MgO.	ZnO.	CuO.	PbO.
État dissous.										
Acide acétique...	13,3	13,3	12,0	13,4	13,3	13,4		8,9	6,2	6,5
Acide glycolique.	13,74	13,60	12,23	13,9	14,0	13,9	13,71	10,4	7,6	7,55
Acide oxalique..	14,3	14,3	12,7	16,7 (2)	17,6	18,5		12,5		12,8
État solide.										
Acide acétique...	21,9	18,3	18,5 (3)	15,2	14,7	10,6		3,3	4,3	5,1
Acide glycolique.	26,52	24,64	21,51 (3)	20,22	18,08	13,49	9,46	7,99	6,37	8,41
Acide oxalique..	29,4	26,5	24,4 (3)	20,8	21,3	18,9		11,5		13,1

(1) Tous ces nombres ont été déterminés entre + 8° et + 10°.

(2) Les oxalates neutres autres que les oxalates alcalins sont précipités.

(3) Rapportés à l'acide solide et à AzH^3 gaz.

Les nombres relatifs aux acétates et aux oxalates sont empruntés aux Tableaux publiés par M. Berthelot (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 365 et 384).

» On voit que les glycolates donnent constamment des nombres intermédiaires entre ceux des acétates et ceux des oxalates. Ces faits sont d'ailleurs conformes aux propriétés chimiques générales des trois acides, qui renferment des quantités d'oxygène croissantes; ils permettent de se faire une idée plus exacte de l'énergie chimique de l'acide glycolique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les hydrocarbures des tourbes.* Note de M. **E. Durin**.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 17 janvier 1881, sur quelques composants des tourbes de la vallée de l'Aven (Finistère), j'ai rendu compte des procédés que j'avais applliqués à l'extraction des divers hydrocarbures des tourbes. La distillation sèche ordinaire détruit presque complètement les produits préexistants dans les tourbes : afin d'éviter ces dissociations, je m'étais arrêté à une distillation à basse température, sous vide, et avec courant de vapeur surchauffée.

» Ce procédé de distillation a été étendu ensuite à divers autres hydrocarbures : j'ai pu ainsi distiller, sans aucune décomposition, des produits, tels que les huiles lourdes paraffineuses de pétrole (résidu de la distillation), et en retirer la paraffine parfaitement blanche et les huiles lourdes, sans production sensible de coke, alors que, par la distillation ignée, ces mêmes résidus ne donnaient qu'environ 50 pour 100 de produits de décomposition et 50 pour 100 de coke et de gaz.

» Dans cette même Note du 17 janvier 1881, j'ai indiqué que les produits blancs, d'apparence paraffineuse, qui peuvent être extraits des tourbes, ne sont pas de la paraffine comme on l'avait cru, mais des produits ayant les réactions des acides gras.

» Lorsque j'ai exposé en mars 1881 ce même travail à la Société d'Encouragement, son illustre président, M. Dumas, qui avait déjà émis l'opinion, pendant le cours de mon étude, que les produits préexistants des tourbes ne devaient pas être de la paraffine, a pensé que ces acides gras pouvaient préexister dans les mousses spéciales qui avaient formé, par leur décomposition, les tourbières de l'Aven. Ayant eu connaissance de l'existence d'autres tourbières de même nature sur quelques plateaux des Vosges, je me suis procuré des mousses semblables à celles de l'Aven, et j'ai recherché si ces mousses, parfaitement saines et fraîches, ne renfermaient pas une cire-résine, de même nature que celle des tourbes.

» L'essai a confirmé les prévisions de M. Dumas : ces mousses sèches

ont donné par l'éther 2,10 pour 100 d'un extrait cireux, ayant les principales réactions des cires-résines ou acides gras des tourbes. Il est donc probable que les produits préexistants des tourbes ne sont pas des hydrocarbures formés pendant la période de décomposition végétale, mais qu'ils existaient déjà dans les mousses qui ont donné naissance aux tourbières.

» L'analyse élémentaire des acides gras blancs, retirés des tourbes par distillation sous vide et avec courant de vapeur surchauffée, a donné la formule empirique $C^{47}H^{47}O^{2}$. Mais cette formule ne peut être encore considérée comme définitive, car il n'est pas certain que ces acides gras ne contiennent pas une certaine proportion de paraffine, provenant de décompositions pendant la distillation; de plus, elle n'a pas été déduite d'un composé défini.

» Je me propose de continuer ces recherches, et de retirer des mousses elles-mêmes assez de produits purs, pour pouvoir en déterminer la formule et en étudier les réactions spéciales. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences démontrant que les concrétions sanguines, formées au niveau d'un point lésé des vaisseaux, débutent par un dépôt d'hématoblastes.* Note de M. **G. Hayem**, présentée par M. Vulpian.

« On sait que les éléments auxquels j'ai donné le nom d'*hématoblastes* sont d'une telle vulnérabilité qu'ils ne peuvent rencontrer un corps étranger sans y adhérer et sans subir immédiatement une altération profonde.

» Récemment, dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* (3 juillet 1882), j'ai rapporté un certain nombre d'expériences établissant que cette remarquable vulnérabilité joue un rôle précieux dans le mécanisme de l'arrêt des hémorragies. Ces expériences montrent, en effet, que les bords d'une plaie vasculaire agissent sur le sang, par l'intermédiaire des hématoblastes, à la façon d'un corps étranger. Mais, comme elles ont été faites sur des vaisseaux dénudés, le sang se trouvait en contact à la fois avec les bords de la plaie et l'air extérieur, et, par suite, il était impossible d'en conclure d'une manière rigoureuse que la paroi lésée d'un vaisseau non ouvert produit sur les hématoblastes les mêmes effets qu'un corps étranger. J'ai donc entrepris, pour établir sans conteste ce dernier point, quelques recherches nouvelles.

» On met à nu une artère (la carotide, par exemple) chez un chien vivant, et on la comprime fortement de manière à déterminer la rupture

des tuniques interne et moyenne. Au bout de cinq minutes, après avoir isolé entre deux ligatures le tronçon artériel lésé, on l'excise et on le plonge immédiatement dans un liquide qui fixe les éléments du sang. Il est alors facile de s'assurer, à l'aide d'un examen microscopique, que sur la fente du vaisseau se trouve étalée une quantité innombrable d'hématoblastes réunis en amas qui, après avoir pénétré dans les interstices laissés entre eux par les éléments dissociés de la paroi vasculaire, forment à la surface de la rupture une couche de bourgeons plus ou moins volumineux. Entre ces amas sont emprisonnées des traînées de globules rouges, et à leur périphérie ou dans leur masse se voient quelques globules blancs parfaitement intacts. Lorsqu'on a eu le soin de pratiquer l'excision de l'artère cinq minutes au plus après la blessure du vaisseau, on n'aperçoit encore aucune trace de filaments fibrillaires.

» Cependant, au bout de ce court laps de temps, les hématoblastes, arrêtés au passage par la partie blessée de la paroi et détournés ainsi du circuit sanguin, sont déjà tellement altérés qu'il faut, pour les reconnaître, avoir étudié préalablement les transformations que subissent ces éléments conglomérés pendant le processus de coagulation.

» Aussi, pour rendre cette expérience plus démonstrative, ai-je cru intéressant de la répéter sur le cheval dont le sang moins coagulable contient des hématoblastes plus lents à se résoudre en une masse commune granuleuse. Faite récemment à l'Ecole vétérinaire d'Alfort dans le service et avec le concours obligeant de M. le Professeur Barrier, elle a donné le résultat auquel on pouvait s'attendre.

» Les faits observés chez le cheval sont exactement les mêmes que chez le chien. Dès que la paroi vasculaire est lésée, elle agit sur le sang à la façon d'un corps étranger, et, sur toute la surface de la rupture, se déposent des amas d'hématoblastes. Mais, chez le cheval, ces éléments, au bout de dix à quinze minutes, sont encore facilement reconnaissables. Ils sont très fortement pressés les uns contre les autres, rétractés ou globuleux, mais bien distincts. Il serait absolument impossible de les confondre avec des globules blancs altérés. D'ailleurs, les globules blancs qu'on trouve au milieu ou à la surface des amas d'hématoblastes conservent leurs caractères normaux.

» Lorsque l'on comprime une artère, de maniere à déterminer la rupture des tuniques interne et moyenne, on produit forcément en même temps la déchirure de quelques *vasa vasorum*, et l'on se trouve, par conséquent, dans des conditions complexes.

» Pour les simplifier, j'ai fait sur le cheval, avec l'aide de M. le Professeur Barrier, l'expérience suivante :

» Un segment de la carotide ayant été compris entre deux pinces à pression, placées de manière à le rendre exsangue, j'ai introduit, par une collatérale, une petite tige métallique terminée par un grattoir à l'aide duquel j'ai déchiré, dans une certaine étendue, la paroi interne du vaisseau principal. Après avoir placé une ligature sur cette collatérale, on a retiré les pinces à pression et, au bout de quinze minutes, le segment vasculaire a été enlevé et examiné.

» Le grattoir avait soulevé à la surface de l'artère de petits lambeaux intéressant la tunique interne et la couche la plus superficielle de la moyenne. Le résultat obtenu a été encore une fois le même que dans les expériences précédentes. Les hématoblastes du sang en circulation se sont arrêtés et accumulés autour des lambeaux et à la surface de tous les points dénudés du vaisseau; ils ont formé en s'agglutinant des bourgeons multiples auxquels sont venus s'adjoindre des mèches de fibrine mélangées avec des amas de globules rouges.

» La concrétion sanguine greffée sur la paroi d'un vaisseau est donc formée à sa base, c'est-à-dire à son point d'insertion ou d'origine, par une accumulation d'innombrables hématoblastes.

» Voilà une preuve de plus en faveur du rôle que jouent ces éléments dans la formation de certaines coagulations intra-vasculaires et du rapport qui existe entre l'intégrité de la paroi des vaisseaux et la fluidité du sang. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les chromatophores des Céphalopodes.* Note de M. R. **Blanchard**.

« Le 14 novembre dernier, je faisais connaître à la Société zoologique de France le résultat de recherches que j'avais entreprises au Havre, à la station maritime de Physiologie, sur la structure et les mouvements des chromatophores que renferme la couche superficielle du derme des Céphalopodes dibranches ([1]). Parmi les Octopodes, j'ai étudié *Octopus vulgaris*; parmi les Décapodes, *Loligo vulgaris* et *Sepia officinalis*.

» Mes observations ne portèrent alors que sur des animaux adultes; mais, après mon retour à Paris, M. L. Desfosses mit obligeamment à ma

([1]) *Bulletin de la Société zoologique de France*, t. VII, 1882; *Procès-verbaux*, p. XXXIX.

disposition des préparations d'embryons de Seiche, faites par lui à Concarneau, et sur lesquelles j'ai pu continuer mes recherches. Je dois déclarer tout d'abord que, soit que l'on ait affaire à des animaux adultes, soit que l'on s'adresse à des embryons longs de $0^m,01$ au maximum, les résultats auxquels j'ai été conduit sont demeurés identiques.

» Depuis que Kölliker, en 1844, a cru devoir attribuer les mouvements d'expansion ou de retrait des chromatophores à la contraction ou au relâchement de fibres musculaires particulières, situées au voisinage de ces cellules pigmentaires, les auteurs se sont évertués à donner de ces fibres une description inexacte. Kölliker ([1]) disait expressément que ces fibres n'ont aucune connexion avec les chromatophores eux-mêmes : néanmoins, certains histologistes de talent, parmi lesquels Harless, Keferstein et Fr. Boll méritent une mention spéciale, ont prétendu que l'expansion était due à la contraction de muscles, non point situés au voisinage des chromoblastes, mais s'insérant en couronne sur leur membrane d'enveloppe. Boll, notamment, a représenté cette disposition avec un véritable luxe de figures.

» En 1875, P. Harting ([2]) établit que les fibres rayonnantes demeuraient parfaitement immobiles, lorsqu'on étudiait au microscope de jeunes embryons de Calmar, placés dans une goutte d'eau de mer : les chromatophores montraient leur jeu habituel, mais il était manifeste que ce jeu n'était déterminé par la contraction d'aucune fibre musculaire. Harting pensa que « les fibres radiaires, placées au nombre de douze à vingt autour de chaque chromatophore », n'étaient autre chose que des terminaisons nerveuses, s'attachant à la membrane d'enveloppe du chromoblaste par une extrémité claviforme et munie d'un noyau. Pour lui, cette membrane serait constamment distendue par une sorte de liquide transparent, au sein duquel le protoplasma plus dense, infiltré d'un nombre immense de granulations pigmentaires diversement colorées, se rétracterait ou s'étalerait au contraire, suivant que l'influx nerveux arriverait ou non jusqu'à lui ([3]).

([1]) Voici le texte même de Kölliker : « Die Pigmentflecken von Sepia und Loligo liegen übrigens in einer besonderen Schicht unter der Oberhaut und zeigen erst bei den ältesten Embryonen die bekannten Contractionen und Expansionen, deren Grund, beiläufig gesagt, nicht in einer Zellmembran dieser Flecken, die wahrscheinlich gar nicht vorhanden ist, da sie weder bei reifen Embryonen, noch bei den erwachsenen Thieren nachzuweisen ist, sondern in eigenthümlichen, um dieselben gelagerten, contractilen Fasern der Haut zu suchen ist. » (*Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden*. Zurich, in-4°, 1844, p. 71).

([2]) Et non Hartwig, comme l'écrit M. Girod.

([3]) P. Harting, *Notices zoologiques faites pendant un séjour à Schéveningue, du 29 juin au 29 juillet* 1874 (*Niederländisches Archiv für Zoologie*, t. II, 1875).

» Quand j'abordai l'étude des chromatophores, je n'eus point de peine à constater le peu de fondement des observations de Harless, Keferstein et Boll : il est hors de doute, comme l'avait dit déjà Harting et comme M. Girod vient de le voir à son tour, que les muscles rayonnants n'existent point.

» L'opinion de Harting méritait d'être contrôlée de plus près. Toutefois, l'absence de toute membrane d'enveloppe me fut bientôt démontrée : avec elle disparaissait le liquide transparent et clair, dans lequel le protoplasma pigmenté accomplirait ses déplacements. En somme, le chromatophore des Céphalopodes ne diffère aucunement, quant à sa structure générale, de celui des Poissons, des Batraciens et surtout des Sauriens (Caméléon) : c'est une simple cellule conjonctive, chargée de pigment et possédant au plus haut degré la faculté de pousser des prolongements amiboïdes au sein de la matière amorphe, peu consistante, qui se trouve située au-dessous de l'épiderme (¹). Le chromatophore est donc seul actif et les tissus ambiants ne prennent aucune part à l'accomplissement de ses mouvements : pour employer une comparaison qui me fera bien comprendre, c'est une sorte d'Amibe chargée de pigment, vivant pour soi et indépendante du derme qui l'emprisonne. Je dis Amibe et non Monère, car la présence d'un noyau dans son intérieur n'est pas douteuse, au moins dans le jeune âge.

» Cette Amibe, toutefois, est placée sous l'influence du système nerveux. Les expériences de MM. Brücke, H. Milne Edwards et Paul Bert l'ont nettement établi, en ce qui concerne le Caméléon ; celles de M. G. Pouchet ont apporté une démonstration semblable, pour les Crustacés et les Poissons ; celles, enfin, de M. P. Bert l'ont montré pour la Seiche. D'autre part, cette connexion des chromatophores avec les nerfs a été constatée anatomiquement par Leydig chez *Lacerta agilis*, par S. Ehrmann chez la Grenouille (²).

» Les fibres rayonnantes observées chez les Céphalopodes étaient-elles donc aussi des terminaisons nerveuses, comme le voulait Harting ? Nullement. A la suite de préparations nombreuses, faites d'après les méthodes les plus variées, j'ai pu me convaincre que c'étaient de simples fibres du

---

(¹) Cette matière amorphe, niée par certains auteurs, est pourtant facile à observer. J'en ai fait connaître tous les caractères dans mes *Recherches sur la structure de la peau des Lézards* (*Bulletin de la Société zoologique de France*, V, p. 1-36, 1880).

(²) S. Ehrmann, *Über Nervenendigungen in den Pigmentzellen der Froschhaut* (*Sitzungsberichte der K. K. Akad. der Wiss. zu Wien*, LXXXIV, 3. Abth., p. 165; 1881).

tissu conjonctif, n'ayant aucune liaison avec le chromatophore. Ces fibres, je ne les ai jamais vues, comme M. Girod, « varier de forme suivant l'état considéré du chromatophore ».

» Les cellules pigmentaires contractiles de la peau des Céphalopodes rentrent donc désormais dans la loi générale : l'anomalie choquante qu'elles constituaient s'évanouit définitivement. On ne connaît, en effet, jusqu'à ce jour, aucun exemple de cellule, conjonctive ou autre, sur laquelle viendraient s'insérer des fibres musculaires. De plus, on était en droit de s'étonner que les changements de coloration, communs aux Poissons, aux Sauriens, aux Céphalopodes, etc., se produisissent ici sous l'influence de muscles tiraillant les cellules, là sous l'influence de simples déplacements amiboïdes. Le phénomène était identique de part et d'autre, quant à son but et à ses manifestations : pourquoi donc ne s'accomplissait-il point par le même mécanisme? L'exposé qui précède montre qu'il en est réellement ainsi et que l'opinion contraire tient à une erreur d'observation. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un Infusoire flagellé, ectoparasite des Poissons.* Note de M. **L.-F. Henneguy**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En 1876, M. Fouquet [1] a fait connaître une curieuse affection dont sont atteintes presque chaque année les Truites élevées dans les bassins de pisciculture du Collège de France. Vers le mois de juillet, il survient une épidémie qui enlève un assez grand nombre de jeunes alevins, nés pendant l'hiver. La cause de la maladie est un singulier Infusoire cilié, l'*Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) qui vit en parasite sur l'épiderme de la Truite et de quelques autres Poissons, et qui produit par sa présence une inflammation de la peau. M. Fouquet a suivi avec beaucoup de soin ce parasite, qui se multiplie par centaines dans des kystes.

» Cette année, les jeunes alevins de Truite, éclos depuis trois semaines environ, et n'ayant pas encore résorbé entièrement leur vésicule ombilicale, ont été décimés par une nouvelle maladie due également à un Infusoire parasite.

» Lorsqu'on examine au microscope des lambeaux d'épiderme, pris sur un animal mourant, on constate que toute leur surface est couverte de petits corps implantés sur les cellules épidermiques et tellement pressés les uns contre les autres qu'ils ne laissent pas apercevoir les cellules. Ces petits

---

(1) *Archives de Zoologie expérimentale*, t. V; 1876.

corps sont des Infusoires flagellés, que l'on peut étudier lorsqu'ils se détachent de l'épiderme.

» La forme de ces Flagellés n'est pas la même suivant qu'on les considère à l'état de repos ou de mouvement.

» Lorsqu'ils sont fixés sur l'épiderme, ils se présentent comme de petites cellules piriformes, ayant $0^{mm},02$ de long sur $0^{mm},01$ de large, dont la grosse extrémité est libre, et la petite atténuée est fixée sur la cellule épidermique. Le corps de l'Infusoire est traversé par une ligne claire, longitudinale, qui le divise en deux moitiés asymétriques; cette ligne correspond à un sillon dans lequel est logé un long flagellum, qui dépasse la grosse extrémité. Vers le milieu de l'Infusoire est un noyau formé par une petite masse centrale, claire, entourée par un anneau de substance réfringente. Ce noyau se colore bien par le carmin et le vert de méthyle. Dans la grosse extrémité se trouve une vacuole contractile.

» Quand l'animal quitte la cellule sur laquelle il était placé, il s'ouvre suivant le sillon clair, et sa partie antérieure s'étale; il présente alors la forme d'une petite écuelle, ressemblant assez bien à une coquille d'Haliotide. A la partie moyenne de l'un des bords de l'Infusoire s'insèrent trois flagellums d'inégale longueur, qui décrivent une courbe à concavité interne, puis deviennent libres vers l'extrémité antérieure du corps. L'un des flagellums est beaucoup plus long que les deux autres, et c'est lui que l'on voit dans le sillon, chez l'animal fixé; mais, dans ce cas, le flagellum est recourbé et dirigé en arrière, tandis que chez l'Infusoire libre il est dirigé en avant. Les deux autres flagellums ne se voient pas à l'état de repos et sont probablement cachés dans le sillon.

» Si l'on conserve les Flagellés sur une lame de verre, dans un peu d'eau, on les voit, au bout de très peu de temps, s'altérer; ils deviennent vésiculeux et granuleux, meurent et se désorganisent. Quand le jeune Poisson est mort, les Flagellés l'abandonnent et disparaissent. Il n'a pas été possible de savoir ce qu'ils deviennent; il est probable qu'ils vont se fixer sur un autre Poisson. Ces Flagellés ne peuvent vivre, en effet, dans les infusions comme la plupart des autres Infusoires; il leur faut de l'eau très propre et fréquemment renouvelée; vivant en parasites sur un animal, qui ne se plaît que dans une eau très aérée, ils semblent s'être adaptés au milieu de leur hôte et avoir perdu la faculté de vivre dans des eaux plus ou moins chargées de matières organiques.

» Les Flagellés que nous venons de décrire ressemblent aux animaux que Stein a figurés sous le nom de *Bodo caudatus* (Stein), *Amphimonas caudata*

(Duj.), et qu'il a vus souvent fixés sur des Infusoires plus gros. Mais le *Bodo* de Stein n'a que deux flagellums, tandis que celui des Poissons en a trois. Il se peut que Stein n'ait pas vu le troisième flagellum, qui est très grêle. Du reste, le genre *Bodo* est mal connu, et Saville-Kent range dans ce genre des Flagellés appartenant à la famille des Cercomonadiens et caractérisés par la présence d'un seul flagellum et d'un filament caudal non rétractile. Il donne au *Bodo* de Stein le nom de *Diplomastix caudata*.

» Si le Flagellé de la Truite n'est pas un genre nouveau, et s'il peut à la rigueur se rapporter au genre *Bodo*, il n'en constitue pas moins une espèce nouvelle par sa forme et surtout par son genre de vie particulier; on peut lui donner provisoirement le nom de *Bodo necator*.

» L'existence de Flagellés sur des Poissons malades ne suffit pas à prouver que ces animaux sont la cause de la maladie; pour le démontrer, j'ai mis quelques alevins malades avec d'autres parfaitement sains; au bout de deux jours presque tous les petits Poissons étaient morts, et ils étaient tous couverts de Flagellés. On comprend facilement que la présence d'un aussi grand nombre de parasites sur toute la surface du corps gêne considérablement les fonctions de la peau, et amène une irritation qui retentit sur tout l'organisme. Quand on examine l'épithélium d'un jeune alevin indemne, on constate, dans un grand nombre de cellules, des figures karyokinésiques, ce qui indique que cet épithélium est en pleine activité. Au contraire, la peau des individus malades ne présente pas de divisions de cellules et beaucoup de celles-ci sont altérées. J'ajouterai qu'un certain nombre de Flagellés se fixent aussi sur les branchies, ce qui entrave l'hématose.

» C'est, je crois, la première fois qu'une semblable affection est signalée sur les Poissons. On connaît depuis longtemps des Flagellés qui vivent en parasites, à l'état libre, dans l'intérieur d'autres animaux (*Cercomonas intestinalis*, *Trichomonas vaginalis*, *Hexamita*, *Lophiomonas*, etc.), mais jusqu'ici on n'avait pas décrit de Flagellés ectoparasites. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les Gnétacées du terrain houiller de Rive-de-Gier.* Note de M. B. **Renault**, présentée par M. Duchartre.

« L'ordre des Gnétacées ne renferme plus actuellement que les trois Genres *Ephedra* L., *Gnetum* L. et *Welwitschia* D. Hooker.

» Jusqu'ici on n'a rencontré, dans les différentes couches de terrains sédimentaires, qu'un petit nombre de fragments de plantes à l'état d'em-

preintes pouvant se rapporter avec quelque certitude à cet ordre en voie d'extinction.

» Entre autres, ce sont : l'*Ephedra Johniana* (Goeppert) Schimper, du succin de Samland, l'*Ephedra Sotzkiana* (Unger) Sch., des marnes miocènes de Sotzka (Styrie), de Monod-Rivaz, de Locle (Suisse).

» M. Heer a signalé, dans ses beaux travaux sur la Flore arctique : l'*Ephedrites antiquus*, représenté par des empreintes de rameaux aphylles et de graines géminées trouvés dans les terrains jurassiques d'Ust-Balei; divers *Samaropsis, S. rotunda, caudata, parvula*, rencontrés à Kajensis, qui pourraient peut-être se rapporter aux *Welwitschia*.

» Dans les terrains plus anciens on perd la trace de ces plantes, et cependant les Gnétacées paraissent avoir occupé dans les flores du passé une place plus importante que leurs rares débris ne le feraient supposer.

» Les organes que nous décrirons aujourd'hui pour établir, à une époque bien plus reculée, l'existence des Gnétacées sont les organes femelles de reproduction.

» Les ovules de Gnétacées trouvés dans les quartz de Grand-Croix, près de Rive-de-Gier, sont renfermés dans un *ovaire* ouvert.

» Cet ovaire résulte de la soudure, sur un tiers environ de leur hauteur, de deux feuilles carpellaires renfermant chacune deux graines.

» La cavité ovarienne contient donc primitivement quatre ovules, mais il est peu probable que tous les quatre se développassent simultanément, si l'on en juge d'après les échantillons étudiés. Ils sont dressés au fond de la cavité formée par ces carpelles.

» Comme l'ovaire est ouvert, la protection est complétée par des poils nombreux partant de tous les points de la surface interne des carpelles et dépassant l'extrémité des ovules. Les deux feuilles carpellaires ont leurs bords supérieurs dentelés et légèrement rejetés en dehors. Elles sont parcourues par cinq à sept faisceaux vasculaires à trachées internes et se prolongeant jusque dans les dentelures. La hauteur de l'ovaire est de $6^{mm},4$ et sa largeur de $3^{mm},4$ à cette époque de son développement ; il se termine inférieurement par un prolongement recourbé qui allait s'insérer sur le rameau fructifère.

» Les ovules trouvés dans les ovaires sont sensiblement de même âge et non encore fécondés.

» Ils sont unitégumentés. Le sac embryonnaire complètement développé renferme deux corpuscules placés symétriquement à sa partie supérieure, dans un plan parallèle à celui de la suture des carpelles.

» Les cellules de l'endosperme sont parfaitement visibles autour des corpuscules; ces derniers ne renferment pas encore ou ne renferment plus les oosphères.

» Le nucelle refoulé par le sac embryonnaire n'est représenté que par la chambre pollinique dans laquelle on distingue un certain nombre de grains de pollen; il se continue en dessus par un canal conique, pénétrant dans l'ouverture micropylaire du tégument; ce dernier se prolonge en un long entonnoir qui surmonte les ovules, et atteint la partie supérieure de la zone de poils où ils sont plongés.

» Cette espèce d'entonnoir, comme dans les Gnétacées actuelles, n'avait qu'une existence éphémère, car il est relié au tégument par un tissu lâche et lacuneux qui devait déterminer sa séparation peu de temps après l'entrée des grains de pollen.

» Sa chute déterminait au-dessus de la *graine* mûre un bourrelet circulaire plus ou moins proéminent, dont la présence lui a valu le nom de *Stephanospermum* (1), donné autrefois par Brongniart. Quatre faisceaux vasculaires, deux de chaque côté, partant de la base de l'ovule, montent le long de la paroi interne du tégument jusque dans la région de contact du sac embryonnaire et des restes du nucelle.

» Certains détails de structure ne peuvent être décrits clairement qu'au moyen de figures, mais ce qui précède suffit pour démontrer que, à l'époque de la formation du terrain houiller de Rive-de-Gier, il existait des Gnétacées déjà munies d'ovaires; ces derniers contenaient deux à quatre ovules unitégumentés, dépourvus des enveloppes accessoires que l'on rencontre dans les graines des Gnétacées actuelles, et que la présence de parois ovariennes rendait inutiles.

» Il nous reste à indiquer les plantes qui ont porté les *Stephanospermum*, graines assez répandues dans les silex de Saint-Étienne et d'Autun; c'est ce que nous nous proposons de faire bientôt. »

---

(1) Il n'est peut-être pas inutile de dire que, parmi les graines fossiles de Saint-Étienne, ce sont les *Stephanospermum* qui ont permis pour la première fois de constater l'existence de la chambre pollinique, qui plus tard (septembre 1875) fut retrouvée dans le *Ceratozamia mexicana* et ensuite dans diverses Conifères.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sélénétropisme des plantes*. Note de M. **Ch. Musset**, présentée par M. Duchartre. (Extrait.)

« Frappé de l'influence qu'exerce une lumière de très faible intensité sur les mouvements dits *héliotropiques* des plantes, j'ai choisi, dans le but de varier les expériences, comme source uniquement lumineuse, la lumière que la Lune réfléchit sur la Terre. Voici, en résumé, les résultats de mes premières expériences; ces expériences sont d'ailleurs faciles à répéter.

» Je sème, en pot, des graines de plantes connues pour leur sensibilité phototropique, telles que *Lens esculenta* Mœnch, *Ervum lens* Lin., *Vicia sativa* Lin., etc. Quand le semis a quelques centimètres de longueur, je le place dans un lieu très obscur, où il reste plongé jusqu'à la nuit de l'expérience. Les tiges deviennent grêles, longues et blanches; seules, les feuilles qui se développent peu sont légèrement teintées en jaune, par la xanthophylle ou étioline.

» Durant les nuits des 22, 23 et 24 février, par un ciel exceptionnellement pur, ces semis ont été placés derrière une large fenêtre s'ouvrant au midi, de façon qu'ils reçussent la lumière directe de la Lune, de 9^h du soir à 3^h du matin. Il est sous-entendu que la direction des tiges a été soigneusement observée au commencement de l'expérience. Dès les premières minutes de l'exposition, la tige s'incurve, présentant constamment sa concavité et le bourgeon foliaire terminal à la Lune, suivant ainsi l'astre dans son cours circulaire; seulement vers les 2 heures de la nuit, par suite des nouvelles déclinaison et ascension de la Lune, l'arc se détend, la tige devenant presque rectiligne, parce que le bourgeon terminal pointe toujours vers l'astre. Si, à cet instant, on porte les semis derrière une fenêtre s'ouvrant à l'ouest et qu'on donne aux pots diverses orientations, une nouvelle flexion se produit et se continue jusqu'au moment précis où la Lune disparaît derrière la montagne. Après quelques minutes de halte, les tiges, sous l'action de causes internes et du géotropisme, se redressent plus ou moins.

» Tels sont les mouvements que j'ai observés pendant trois nuits consécutives, et auxquels, par analogie, je crois pouvoir donner l'épithète de *sélénétropiques*. »

M. Duponchel adresse une nouvelle Note portant pour titre « Circulation de l'énergie calorifique et taches solaires », en réponse aux observations présentées par M. Faye.

M. L. Délay adresse un Mémoire intitulé « Observations physiques. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 février 1883.

(Suite.)

C.-E. Brown-Séquard. *Leçons sur le diagnostic et le traitement des principales formes de paralysie des membres inférieurs. — Deux Mémoires sur la physiologie de la moelle épinière. — Recherches expérimentales sur les voies de transmission des impressions sensitives, etc. — Sur les résultats de la section et de la galvanisation du nerf grand sympathique au cou. — Recherches expérimentales et chimiques sur l'inhibition et la dynamogénie. — Leçons sur les nerfs vaso-moteurs, sur l'épilepsie, etc. — Lectures on the diagnosis and treatment of functional nervous affections. — Aphasia as an effect of brain-disease. — Anæsthesia and amaurosis as effects of brain-disease. — Anæsthesia as an effect of brain-disease. — On the relations between muscular irritability, cadaveric rigidity, and putrefaction,* etc. etc. Paris, Dublin, Philadelphie; 21 br. in-8°.

Les grandes découvertes faites en Physique depuis la fin du XVIIIe *siècle; par* M. Ch. Montigny. Bruxelles, F. Hayez, 1882; br. in-8°.

Notice sur une particularité de l'aurore boréale du 2 *octobre* 1882, *etc.; par* M. Ch. Montigny. Bruxelles, F. Hayez, 1882; br. in-8°.

Société de géographie. Liste des membres au 31 *décembre* 1882. Paris, au siège de la Société, 1883; in-8°.

L'école vaccinatrice et l'école antivaccinatrice, par le Dr H. Boens. Bruxelles, H. Manceaux, 1883; in-8°.

Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris *and* Nautical Almanac; vol. I, Part VI : *Transits of Mercury*, 1677-1881. Washington, 1882; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 février 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CII. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Commission supérieure du Phylloxera. Sessions de 1879, 1880 et 1881. Compte rendu et pièces annexes. Lois, décrets et arrêtés relatifs au Phylloxera. Paris, Imp. nationale, 1880-1882; 3 vol. in-8°.

Bibliothèque de l'Ecole des Hautes-Etudes, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique; Section des Sciences naturelles; t. XXVI. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Deux exemplaires.)

Ecole nationale des Ponts et Chaussées. Collection de dessins distribués aux élèves; t. III, 18e livr. Paris, Imp. nationale, 1883; texte et planches.

Agenda du chimiste. Paris, Hachette et Cie, 1883; in-18 relié. (Présenté par M. Wurtz.)

Traité de Zoologie; par C. Claus; 2e édition française, traduite de l'allemand sur la 4e édition, par G. Moquin-Tandon; fasc. 4 (p. 481 à 640). Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

De l'installation de pluviomètre; par P. Saint-Martin. Paris, L. Ribaut, 1883; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

La faculté d'aimer et la loi du bien; par J. Rambosson. Paris, 1883; br. in-8°. (Extrait du *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences morales et politiques*, février-mars 1883.)

L'année scientifique et industrielle; par L. Figuier; 26e année (1882). Paris, Hachette et Cie, 1883; in-12.

Anatomie comparée. Homologies des pièces temporales dans la série des ani-

maux vertébrés; par M. A. LAVOCAT. Toulouse, Imp. Douladoure-Privat, 1882; br. in-8°.

Le pèlerinage et le choléra au Hedjaz. Inefficacité des quarantaines dans la mer Rouge; par le Dr G. GABUZZI. Constantinople, 1883; br. in-8°.

Poissons et reptiles du lac de Tibériade et de quelques autres parties de la Syrie; par le Dr L. LORTET. Lyon, H. Georg, 1883; in-4°.

Traitement antiphylloxérique par l'absorption de l'eau phénolée; par le Dr J.-A. MANDON. Limoges, impr. E. Charles, 1883; br. in-4°.

Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris *and* Nautical Almanac *under the direction of* S. NEWCOMB; vol. I. Washington, Bureau of Navigation, Navy department, 1882; in-4° relié.

Anales de construcciones civiles y de minas del Peru, publicadas por la Escuela de construcciones civiles y de minas de Lima; t. I, II. Lima, Imp. del *Universo*, 1880-1882; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MARS 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTROLOGIE. — *Sur deux mètres en platine ayant appartenu à de Prony.* Note de M. Tresca.

« *Origine des mètres de Prony.* — Notre confrère M. Lalanne, pendant qu'il dirigeait encore l'École des Ponts et Chaussées, a bien voulu nous confier deux mètres en platine, qui appartiennent à cet établissement et qui faisaient partie des instruments laissés par de Prony, dont l'active collaboration aux derniers travaux de l'établissement du système métrique n'a pas besoin d'être rappelée.

» L'ancienneté de ces mètres n'est pas douteuse : ils remontent à l'époque de la première Commission, vers le commencement du siècle; leurs ressemblances avec les mètres officiels, et en particulier avec le prototype des Archives, exigeaient qu'ils fussent étudiés avec soin, et nous nous proposons, dans cette Note sommaire, de faire connaître à l'Académie leurs principales particularités.

» L'un d'eux est en même temps mètre à traits, et nous les distinguerons l'un de l'autre sous les désignations de mètre à bouts P, qui ne porte pas de

traits, et de mètre à bouts P′, sur lequel se trouve aussi tracée une longueur à traits P″.

» *Description du mètre à bouts P.* — Le mètre à bouts est formé d'une règle de platine de $23^{mm},8$ de largeur et de $4^{mm},2$ d'épaisseur, du poids de 1941^{gr}. Les bouts ont été dressés avec soin, mais l'un d'eux porte, vers l'un des angles, plusieurs petites défectuosités, provenant de chocs accidentels, qui n'ont dû exercer cependant aucune influence jusqu'au centre de la face, et c'est ce centre seul qui définit la véritable longueur de la règle.

» Les faces latérales sont bien ajustées, mais les plats de la règle, quoique dressés, sont restés très rugueux et non terminés; il semble qu'ils aient été travaillés seulement avec une grosse lime, et que ce mètre n'ait dû servir qu'à l'état provisoire.

» Les bouts sont assez finement polis, et si peu que l'on aperçoive encore quelques traces du travail primitif, il est permis cependant de conclure de leur examen que le dernier ajustage n'a pas été effectué au lapidaire, comme pour les mètres officiels dont les rayures, identiques pour tous les trois, sont, sous ce rapport, tout à fait caractéristiques.

» Quant au métal, il a exactement l'apparence de celui des règles officielles, préparées, comme on sait, par le procédé à l'arsenic de Jannetti; les défauts de soudage et les pailles y sont peut-être moins nombreux, mais il ne serait pas impossible que ces défauts, qui sont la conséquence du seul mode de fabrication usité à cette époque, fussent rendus plus apparents par un polissage plus complet. Vers l'un des bouts de la règle et au milieu de la largeur de sa face supérieure, se trouve une empreinte du poinçon de l'ancienne Commission, empreinte qui, marquée seulement par le tiers environ de la surface de ce poinçon, suffit pour caractériser, sans qu'aucun doute puisse subsister, l'ancienneté de cette mesure.

» *Description du mètre à bouts et à traits.* — Le mètre à bouts et à traits de Prony se compose d'une règle analogue à la précédente, mais dont le métal est cependant mieux poli.

» Il a, comme le premier, une largeur de $23^{mm},8$ ou $23^{mm},9$, mais son épaisseur est un peu plus grande, $4^{mm},6$, et il pèse 2014^{gr}. Le métal a complètement l'aspect de celui de Jannetti, et l'on y remarque par conséquent de nombreux défauts de soudage et des pailles. Bien que les faces horizontales soient plus lisses et que, par conséquent, le travail en soit plus soigné, les faces latérales ne sont pas restées planes; on serait porté à croire que cette règle a pris une certaine courbure, dans le sens horizontal, depuis l'ajustage. Quant aux bouts de la règle, ils sont assez finement tra-

vaillés à la lime et polis. Leur ajustage définitif n'a pas été effectué non plus avec le lapidaire que Lenoir avait, avec raison, employé pour cette opération délicate. Il serait difficile d'admettre que pour tout mètre plus récent on eût négligé de se servir de cet outil si bien approprié, et la supériorité qui résultait de son emploi est si évidente que l'absence de tout travail au lapidaire semblerait indiquer que les deux mètres restés aux mains de Prony ont été terminés avant les prototypes officiels.

» Le principal intérêt de ce mètre tient à ce qu'il est à la fois à bouts et à traits, et cette double particularité augmente beaucoup sa valeur historique. Près de l'un des angles de la face supérieure se trouvent deux traits en croix qui définissent une sorte d'emprunt fait à l'extrémité de la règle ; le trait transversal, qui forme la ligne de foi, a été mené, d'une manière un peu approximative, par deux empreintes de pointeau, encore visibles, à une distance latérale de $0^{mm},25$ environ du point de croisé des traits. Ce trait principal est extrêmement fin et d'une lecture difficile.

» Pour constituer une mesure à traits avec cette règle de 1^{m} de longueur, il fallait lui donner à son autre extrémité un surcroît de longueur égale à celle de l'emprunt, et l'on a pour cet objet disposé une languette saillante qui dépasse l'extrémité de la règle de $0^{m},004$. Cette languette est fixée à l'aide d'une vis à tête fraisée qui traverse toute l'épaisseur et de deux pieds analogues à ceux que l'on a l'habitude d'employer en horlogerie. La partie excédante de la languette embrasse le bout de la règle et on lui a donné la même épaisseur. Deux traits en croix sont de même tracés de ce côté, vers l'extrémité de la languette, et l'on remarque, dans chacun des quatre angles qu'ils forment l'un par rapport à l'autre, un point d'encre qui a dû servir aux opérations préliminaires.

» La languette, beaucoup mieux ajustée que la règle, est faite en métal plus homogène et par conséquent de date plus récente ; le travail dénote une certaine habileté quant à l'exécution de la pièce elle-même, mais celui des traits appartient évidemment à une main beaucoup moins sûre d'elle.

» *Résultats des comparaisons.* — Pendant que ces mètres étaient à notre disposition, nous avons pensé qu'il était utile d'en déterminer les vraies longueurs, et de nous assurer par là du degré d'exactitude avec lequel on pouvait obtenir à cette époque la concordance entre un mètre à bouts et un mètre à traits, celui de Prony étant certainement le seul qui ait été construit au commencement de ce siècle.

» Huit comparaisons ont été faites sous ma direction par les soins de M. G. Tresca, qui est attaché depuis le commencement de ces travaux à la

Commission internationale du mètre, et qui a acquis une grande habileté dans ces sortes de déterminations.

» En récapitulant les résultats de toutes les observations ainsi faites, on trouve, en désignant par A la longueur du mètre des Archives :

11 février 1882	S [1]	3°,3	$P' = A - 8^{\mu},40$ (1)
11 août 1882	S	0,0	$P' = A - 7,49$ (2)
18 janvier 1883	G	10,5	$P = P' - 3,50$ (3)
id.	G	10,5	$P'' = P - 17,00$ (4)
30 janvier 1883	S	13,2	$P = P' - 6,30$ (5)
1er février 1883	S	id.	$P = P' - 6,16$ (6)
id.	G	id.	$P = P' - 8,20$ (7)
id.	G	13,2	$P'' = P - 16,10$ (8)

d'ou l'on déduit facilement

(1) et (2) .... $P' = A - 7,94$ $\qquad$ $P' = A - 7^{\mu},94$

(3), (5), (6) et (7). $P = P' - 6,04 = A - 7,94 - 6,04 = A - 13,98$

(4) et (8) .... $P'' = P' - 16,55 = A - 13,98 - 16,55 = A - 30,53$

» Les huit équations qui précèdent et qui concordent entre elles dans les limites que le défaut de précision du travail et de la planimétrie de ces règles permettrait d'atteindre se traduisent en définitive par les relations suivantes :

$$P = A - 13^{\mu},98,$$
$$P' = A - 7,94,$$
$$P'' = A - 30,55,$$

qui conduisent, d'un autre côté, à

$$P' = P + 6^{\mu},04,$$
$$P'' = P' - 22,61.$$

» Les deux mètres à bouts P et P', quoiqu'à très peu près contemporains, accusent une différence de $\frac{6}{1000}$ de millimètre entre eux, différence qui est à peu près égale à celle du mètre P' par rapport au prototype des Archives.

» Quant à la comparaison entre les longueurs à traits et à bouts du même étalon, elle atteint $\frac{22}{1000}$ de millimètre, bien qu'il ne soit pas impossible qu'à l'origine elle ait été moindre.

---

[1] Les lettres G et S indiquent que la comparaison a été faite sur le comparateur de Gambey ou sur celui de Silbermann.

» Il résulte aussi de ces conditions que le mètre P n'a pas une très grande valeur scientifique, si ce n'est au point de vue de l'étude que l'on aurait grand intérêt à faire aujourd'hui des propriétés du métal de Jannetti et surtout de son coefficient de dilatation.

» *Considérations historiques.* — Dans une récente Communication faite à l'Académie par un savant autorisé, il se déclare disposé à croire que le mètre à bouts de Prony serait contemporain des étalons de la première fabrication.

» Il est évident que, par l'aspect du métal, par le fragment d'empreinte du poinçon de l'ancienne Commission, ce mètre remonte à une époque très voisine de ses travaux; nous inclinerions même à penser, d'après l'absence de tout dressage au lapidaire, pour leur dernier ajustage, que ces règles ont pu être confectionnées avant les règles définitives. Les pièces additionnelles du mètre à traits sont seules de date plus récente; mais, parmi les raisons qui ont été données relativement aux dates successives de la fabrication des différentes règles, il est nécessaire de réduire à leur juste valeur celles qui ont été attribuées à la forme des boites et aux dispositions de leurs plaques officielles.

» Il résulte des empreintes que nous avons relevées aux Archives, au Conservatoire et à l'Observatoire, que les similitudes indiquées ne sont pas absolument exactes. Nous consignons ici, pour être consultées au besoin, mais sans qu'il soit utile cependant de les reproduire dans les *Comptes rendus*, les décalques de ces plaques, et il en résulte qu'aucune raison d'antériorité ne peut être assignée à l'exécution des différentes boites. D'un autre côté, le poinçon officiel paraît avoir été réservé pour les copies, à l'exclusion de l'étalon légal, où il fait défaut; le double poinçon que porte le mètre de l'Observatoire tendrait à lui assigner une date un peu postérieure à celles des deux autres.

Quant aux mètres de Prony, qui font l'objet principal de cette Communication, nous sommes d'avis qu'ils sont, selon toute apparence, de très près contemporains du mètre des Archives, qu'ils ont été confectionnés avec le métal de Jannetti, que le non-emploi du lapidaire pour l'ajustage des bouts semblerait indiquer que l'outillage définitif n'avait pas encore été terminé au moment de leur exécution.

» Le mètre à bouts s'éloigne trop de la longueur du mètre des Archives pour qu'on lui attribue une grande valeur, sous le rapport de son exactitude, mais celui qui a été complété ultérieurement par l'addition des traits a une grandeur plus satisfaisante, et la longueur comprise entre les traits

constitue une première solution, assez bien réussie, de la transformation d'une longueur à bouts en étalon à traits, et dont tout l'honneur doit être reporté à Prony. On sait que c'est ce même problème dont la nouvelle Commission du Mètre a eu à s'occuper depuis plus de dix ans; le nouvel étalon à traits a été terminé l'an dernier seulement. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de l'onde explosive;* par M. **Berthelot**.

« Nous avons étudié, M. Vieille et moi, la propagation de l'onde explosive dans un grand nombre de mélanges gazeux et nous avons reconnu que sa vitesse peut être représentée par la même formule que la translation des molécules gazeuses, d'après M. Clausius : soit $v = 29,354\sqrt{\frac{T}{\rho}}$; T étant la température théorique de la réaction, rapportée au zéro absolu.

» Mais c'est là une expression algébrique, plutôt que physique, la température T étant purement théorique; car les températures de combustion véritables, telles qu'elles sont connues aujourd'hui, lui sont de beaucoup inférieures. En réalité, comme je le faisais observer (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 152),

« La notion physique de la température T n'entre pas dans cette évaluation de la vitesse et le calcul exprime uniquement ceci : que la force vive de translation des molécules du système gazeux, produit par la réaction et renfermant toute la chaleur développée par celle-ci, est proportionnelle à la force vive de translation du système gazeux, contenant seulement la chaleur qu'il retient à zéro. »

» Traduisons cet énoncé dans les formules : soit v_0 la vitesse de translation des molécules gazeuses du système contenant seulement la chaleur retenue à zéro; soit v la même vitesse au moment de la réaction, le système renfermant alors en plus la chaleur Q dégagée par celle-ci, soit en tout $Q + q$; nous aurons, d'après la Théorie mécanique de la chaleur :

$$\frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv_0^2} = \frac{Q+q}{q};$$

soit

$$v = v_0\sqrt{\frac{Q+q}{q}}.$$

» Cette expression est plus claire, attendu qu'elle ne renferme plus que des quantités de chaleur et qu'elle présente une signification physique parfaitement définie. Ses valeurs numériques sont, d'ailleurs, identiques

à celles qui se tirent de la formule de Clausius. Mais elle offre l'avantage de ne plus renfermer d'une façon explicite la température de combustion.

» Si nous comparons deux mélanges isomères, c'est-à-dire tels que la composition des produits finals soit identique (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 155), les vitesses de propagation seront entre elles dans le rapport des racines carrées des quantités de chaleur totales, $\sqrt{\frac{Q+q}{Q'+q}}$; rapport qui ne diffère guère dans la pratique de celui des quantités mêmes de chaleurs dégagées à 0°, soit $\sqrt{\frac{Q}{Q'}}$.

» Quelques remarques vont achever de préciser le sens de ces expressions.

» La quantité q est égale, comme on sait, à 273 c, c étant la chaleur spécifique des produits de la réaction, pris à pression constante. Pour comprendre l'intervention de cette dernière, il suffit de remarquer que, pendant la propagation de l'onde explosive, la combustion, en se propageant de tranche en tranche, est précédée par la compression préalable de la tranche gazeuse qu'elle va transformer; les molécules de la tranche enflammée qui la précède étant lancées en avant, avec toute la vitesse correspondant à la force vive développée par la réaction chimique : leur choc détermine la propagation de celles-ci dans la tranche voisine (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 151).

» On pourrait croire que la température développée devrait être accrue de toute l'élévation de température produite par cette compression préalable. Mais, dans cette manière de voir, la combustion de chaque tranche produit, en même temps que de la chaleur, le travail nécessaire pour comprimer la tranche suivante; c'est-à-dire qu'elle perd de ce chef précisément autant de chaleur qu'elle en a gagné par sa propre compression. Tout se passe, en définitive, comme si l'on avait opéré sous pression constante. La concordance des chiffres calculés et des chiffres observés vient à l'appui de cette analyse des phénomènes. Cette analyse est d'ailleurs la même, en principe, que celle que j'ai donnée en 1870 pour expliquer les effets du choc sur la nitroglycérine et sur la poudre-coton ([1]). »

([1]) *Sur la force de la poudre et des matières explosives*, 2e édition, 1872, p. 165 et 169.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le produit indéfini* $1-x.1-x^2.1-x^3\ldots$; par M. SYLVESTER.

« Dans le *Johns Hopkins Circular*, numéro de février, on trouvera l'explication d'une méthode *graphique* pour convertir les produits continus en séries. J'ai appliqué cette méthode pour obtenir la formule connue (CAYLEY, *Elliptic Functions*, p. 296)

$$\frac{1}{1-ax.1-ax^2.1-ax^3\ldots}$$
$$=1+\frac{xa}{1-x.1-ax}+\frac{x^4a^2}{1-x.1-x^2.1-ax.1-ax^2}$$
$$+\frac{x^9a^3}{1-x.1-x^2.1-x^3.1-ax.1-ax^2.1-ax^3}+\ldots.$$

» Je me suis demandé quelle serait l'expression obtenue en appliquant la même construction (ou dissection) graphique (qui fournit la formule citée en haut), au produit $1+ax.1+ax^2.1+ax^3\ldots$, et j'ai trouvé sans aucune difficulté l'expression suivante :

$$1+xa\frac{1+ax^2}{1-x}+x^5a^2\frac{1+ax.1+ax^4}{1-x.1-x^2}+\ldots$$
$$+x^{\frac{3j^2-j}{2}}a^j\frac{1+ax.1+ax^2.1\ldots+ax^{j-1}}{1-x.1-x^2\ldots1-x^{j-1}}.\frac{1+ax^{2j}}{1-x^j}+\ldots.$$

» En faisant $a=-1$, on obtient

$$1-x.1-x^2.1-x^3\ldots=1-x(1+x)+x^5(1+x^2)+\ldots$$
$$+(-)^jx^{\frac{3j^2-j}{2}}(1+x^j)+\ldots.$$

» C'est le théorème bien connu d'Euler, lequel, sous ce point de vue, n'est qu'un corollaire d'un théorème plus général.

» Par la même méthode, j'obtiens la série pour les *thêta* fonctions et d'autres séries beaucoup plus générales, sans calcul algébrique aucun. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de partitions*; par M. SYLVESTER.

« Soient $s_1, s_2, \ldots, s_i$ des suites de nombres consécutifs, telles que le plus petit terme dans aucune d'elles n'excède de plus de l'unité le plus grand terme dans la suite qui précède; bien entendu que i peut devenir l'unité et

qu'une suite quelconque peut se réduire à un seul terme. On peut envisager ce système de suites comme une partition de la somme des nombres contenus dans leur totalité : alors on aura le théorème suivant :

» *Le nombre de systèmes de i suites de nombres consécutifs dont la somme est* N *est le même que le nombre de partitions de* N *qu'on peut former avec les repétitions de i nombres impairs.* Comme exemple, en faisant $N = 10$ et $i = 1, 2, 3$ successivement, on aura d'un côté les divers groupes de partitions

10	9, 1	1, 2, 7	1, 3, 6
1, 2, 3, 4	8, 2	2, 3, 5	
	7, 3	1, 4, 5	
	6, 4		

et de l'autre (en se servant d'un indice supérieur pour signifier le nombre des réflexions de sa base),

5^2	9, 1	3^3, 1	1^2, 3, 5
1^{10}	7, 3	3^2, 1^4	
	7, 1^3	3, 1^7	
	5, 1^5		

» En ajoutant ensemble les équations qui, pour la même valeur de N, répondent à toutes les valeurs possibles de i, on retombe sur le théorème bien connu d'Euler que *le nombre des partitions de* N, *en excluant seulement les répétitions, est le même que le nombre de ses partitions en excluant seulement les nombres pairs.* Ainsi, on peut envisager ce dernier théorème comme un corollaire d'un théorème bien autrement profond et qui n'est pas du tout facile à démontrer, sinon pour le cas le plus simple, c'est-à-dire quand il n'y a qu'une seule suite. Pour ce cas, le théorème peut s'exprimer en disant que *le nombre de suites de nombres consécutifs dont la somme est* N *est égal au nombre de diviseurs impairs de* N. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un borate d'alumine cristallisé, de la Sibérie. Nouvelle espèce minérale.* Note de M. A. **Damour**.

« Le minéral dont je vais exposer les principaux caractères et la composition a été recueilli dans le terrain de pegmatite des monts Soktoui, près d'Adoun-Tchilon (Sibérie orientale), par M. Jéréméiew, conseiller d'État, ingénieur au corps des Mines de la Russie.

» Présumant que cette substance constituait une espèce nouvelle, il en a envoyé quelques cristaux à MM. Arzruni, et Websky, à Berlin; et c'est à l'obligeance de ces Messieurs que je dois les échantillons qui m'ont servi à déterminer, sur leur demande, la composition de ce minéral. M. Websky s'est réservé d'en faire connaître les caractères optiques et cristallographiques.

» Au premier aspect, ce minéral pourrait être confondu soit avec un béryl, soit avec une tourmaline, ou une apatite. Il est facile de l'en distinguer par plusieurs de ses caractères physiques et chimiques.

» Il se montre cristallisé en prismes hexagonaux réguliers, transparents et à peu près incolores. Il raye le feldspath et est rayé par le quartz. Sa densité $= 3,28$. Sa cassure est vitreuse et sans clivages apparents.

» Chauffé dans le matras, au rouge naissant, il ne laisse dégager ni humidité ni aucun corps volatil.

» Au chalumeau, il perd sa transparence, blanchit et communique à la flamme la coloration verte caractéristique de l'acide borique.

» Il se dissout complètement dans le sel de phosphore et dans le borax, en donnant un verre incolore et transparent.

» Humecté de nitrate de cobalt et chauffé fortement, il prend une teinte bleue.

» Il se dissout dans le bisulfate de potasse chauffé au rouge sombre : la masse fondue, étant reprise par l'eau chaude, donne une liqueur incolore, sans résidu appréciable.

» Réduit en poudre très fine et chauffé dans une dissolution très concentrée de potasse caustique, le minéral se dissout, ne laissant qu'un faible résidu d'oxyde ferrique.

» Les acides nitrique et chlorhydrique ne l'attaquent pas; mais, après qu'il a subi une forte calcination, l'acide sulfurique chauffé à $+ 300°$ le dissout, avec lenteur. La dissolution est facilitée par l'addition d'une petite quantité d'acide fluorhydrique.

» Lorsqu'on chauffe ce minéral à la température du rouge blanc, dans un creuset en platine, il perd jusqu'à 33 pour 100 de son poids : il se condense, sur le couvercle du creuset, des gouttelettes vitreuses incolores, formées d'acide borique. Cette quantité de 33 pour 100 ne représente pas la proportion totale de l'acide borique contenu dans le minéral; car, lorsqu'on l'attaque ensuite par l'acide sulfurique, le sel alumineux que l'on obtient communique encore à la flamme de l'alcool la couleur verte qui caractérise l'acide borique.

» Après m'être assuré que cette substance minérale est essentiellement formée d'acide borique et d'alumine, j'ai adopté, pour en faire l'analyse, la méthode suivante :

» Le minéral, finement pulvérisé, a été chauffé, dans un creuset en platine, au rouge blanc pendant une demi-heure. La perte qui s'est produite représentait la quantité d'acide borique volatilisée par cette calcination. La matière restée fixe a été ensuite traitée, à chaud, par un mélange d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau et d'acide fluorhydrique. L'alumine s'est dissoute : on a fait évaporer la liqueur jusqu'à ce que, l'acide fluoborique étant chassé par volatilisation, il ne se dégageât plus que des vapeurs sulfuriques.

» On a repris alors la matière acide par l'eau chaude, puis l'alumine a été précipitée par le sulfhydrate ammoniaque; cette alumine était colorée en noir par un peu de sulfure de fer : elle a été lavée et pesée après calcination.

» La liqueur séparée de l'alumine ferrugineuse a été évaporée à siccité, on a chassé les sels ammoniacaux : il est resté un faible résidu de sulfate de potasse qui a servi à déterminer la proportion de cet alcali contenu dans le minéral.

» Le fer a été séparé ensuite de l'alumine par les méthodes connues.

» La moyenne de trois analyses a donné les nombres suivants :

		Oxygène.		Rapport.
Acide borique (dosé par différence)..	40,19		27,55	1
Alumine........................	55,03	25,63	26,85	1
Oxyde ferrique.................	4,08	1,22		
Potasse........................	0,70			
	100,00			

» Ces résultats, donnant le rapport très simple de 1 : 1, permettent d'assigner à ce composé la formule

$$Al^2O^3, BO^3.$$

» D'accord avec MM. Arzruni et Websky, je propose de donner à cette nouvelle espèce minérale le nom de *Jérémėiėwite,* en l'honneur du savant ingénieur qui, le premier, l'a signalée à l'attention des minéralogistes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Du rôle de l'oxygène de l'air dans l'atténuation quasi instantanée des cultures virulentes par l'action de la chaleur;* par M. **A. Chauveau**.

« Avec le manuel généralement usité pour l'application de la méthode d'atténuation rapide des cultures virulentes par l'action de la chaleur, la phase essentielle, celle pendant laquelle s'opère l'atténuation, se passe nécessairement en présence de l'oxygène de l'air contenu dans les matras. Or il est prouvé, par les belles recherches de M. Pasteur, que l'oxygène est un très actif agent d'atténuation de la virulence des microbes infectieux. Ne serait-ce pas à l'intervention de cet agent, pendant le chauffage, que serait due l'atténuation qui est attribuée ici à l'action de la chaleur? Tout au moins, l'oxygène ne contribuerait-il point, pour une part plus ou moins grande, à la production de l'effet atténuant? Ce sont là des questions qui méritent d'être étudiées avec le plus grand soin.

» Il est vrai que, dans la méthode d'atténuation rapide par l'action de la chaleur, la phase essentielle est de si courte durée qu'on s'imagine difficilement que l'oxygène puisse prendre part au travail d'atténuation, comme dans la méthode de M. Pasteur, où l'effet cherché ne s'obtient qu'à très longue échéance. Mais on peut objecter que, dans la méthode du chauffage, la rapidité de l'action chimique de l'oxygène est peut-être centuplée par l'élevation de la température, ce qui n'aurait rien que de conforme aux faits généraux de la Chimie. Une démonstration expérimentale précise était donc nécessaire; je l'ai demandée à deux ordres de faits.

» Dans une première série d'expériences, le chauffage du liquide des cultures prolongées pendant vingt heures à la température + 43° est exécuté dans les conditions suivantes : on fait deux parts de ce liquide; l'une reste dans le matras; l'autre est introduite dans une pipette, qu'on remplit exactement et qu'on scelle à la lampe. Pipette et matras sont ensuite placés dans l'étuve à + 47° et soumis au chauffage, qui exerce alors son influence, d'une part, sur des microbes soustraits à l'action de l'air, d'autre part, sur les mêmes microbes restés exposés à cette action de l'air atmosphérique. Or, dans les deux cas, l'effet produit par le chauffage est identiquement le même. L'inoculation comparative des deux parts de liquide montre que les microbes infectieux du contenu des pipettes n'ont pas éprouvé une atténuation moins forte que ceux des matras.

» Mais ces expériences ne tiennent pas compte de l'oxygène en disso-

lution dans le liquide et dont la petite quantité suffit peut-être au rôle présumé de cet agent modificateur. C'est pour écarter cette objection qu'une seconde série d'expériences a été instituée avec une importante modification du manuel : avant de sceller les pipettes, on y fait le vide, à l'aide de la pompe à mercure. Le chauffage s'exécute donc, dans ce cas, aussi complètement que possible hors de la présence de l'oxygène, et l'expérience est tout à fait irréprochable. Deux exemples particuliers bien choisis en feront parfaitement connaître et apprécier les résultats.

» *Premier exemple.* — Trois matras, ensemencés avec du sang de cobaye, restent vingt-deux heures et demie dans une étuve à + 43°, bien réglée. Il en résulte un beau trouble uniforme du liquide de culture. Dans chacun des matras, on puise une petite quantité de liquide, qui sera consacrée aux examens microscopiques et à l'épreuve de l'activité de la culture, puis une quantité plus grande, avec une pipette disposée pour qu'on y puisse faire le vide. Quand cette dernière opération est terminée, matras et pipettes, réunis en couples qu'on numérote 1, 2, 3, sont mis dans une étuve à + 47°. Le couple n° 1 y reste une heure; le couple n° 2, deux heures; le couple n° 3, trois heures.

» L'examen du liquide, avant chauffage, fait trouver, dans les trois échantillons, le même mycélium brisé en filaments et bâtonnets isolés ou réunis en très petits amas, pourvus presque tous de spores rudimentaires.

» Huit cobayes sont consacrés aux inoculations, qui consistent uniformément en une injection de deux gouttes de liquide sous la peau de la face interne d'une cuisse. Deux sujets, servant de témoins, reçoivent le liquide non chauffé. Les liquides contenus dans le matras n° 1 et sa pipette correspondante sont inoculés à deux autres cobayes, et la même opération est répétée avec les matras et les pipettes des groupes 2 et 3. Or les deux cobayes inoculés avec le liquide non chauffé meurent en quarante-deux et quarante-six heures. Les six autres sujets survivent tous; ils n'ont même paru malades à aucun moment; exceptons toutefois le cobaye inoculé avec le liquide chauffé une heure en présence de l'air, cobaye sur lequel on a pu constater un très petit et très fugitif œdème local.

» L'intérêt que présentent ces résultats est considérablement accru par l'étude de l'évolution des cultures qui ont été continuées ou entreprises concurremment avec les inoculations. Replacées, après ces inoculations, dans une étuve à + 32°, les trois cultures primitives y reprennent la marche de leur développement, qui s'accomplit avec les caractères classiques, c'est-à-dire d'autant plus rapidement que le chauffage a été moins pro-

longé. Ce n'est donc pas sur ce point que j'ai à insister. Mais voici les curieux résultats donnés par une culture de deuxième génération, entreprise pour essayer l'activité prolifique des liquides chauffés dans le vide. Le lendemain de l'ensemencement, il n'y a pas trace de développement dans les matras, qui restent absolument clairs. Ce n'est que le surlendemain que l'évolution commence; quelques petits flocons grumeleux flottent dans le liquide du matras n° 1; le matras n° 2 présente aussi de ces flocons, mais encore plus petits et beaucoup plus rares; toujours rien dans le matras n° 3. Avec le temps, le développement marche dans les matras nos 1 et 2, et les cultures qu'ils contiennent finissent par prendre les caractères communément observés dans les conditions ordinaires; mais une grande différence de richesse persiste entre elles. Quant à la troisième culture, elle reste décidément stérile.

» *Deuxième exemple.* — Choisi pour combler quelques lacunes du premier, ce deuxième exemple est fourni par une expérience préparée à peu près comme la précédente. Seulement la culture a été faite dans quatre matras, et la phase de prolifération n'a duré que dix-huit heures. Chaque matras étant doublé de sa pipette où le vide a été fait, un couple est gardé comme témoin, les autres sont chauffés une heure, deux heures, trois heures. Tous sont conservés à la température + 13° pendant trois jours pleins, avant de servir aux diverses opérations d'épreuve.

» Il résulte des examens microscopiques qui sont faits avant ces opérations : 1° que les liquides non chauffés ne contiennent que des filaments et des bâtonnets dont le protoplasme est presque absolument homogène; 2° que, dans les liquides chauffés en présence de l'air, ce protoplasme s'est ponctué de quelques spores rudimentaires, en nombre croissant avec la durée du chauffage; 3° que la même proportion croissante existe dans les liquides chauffés à l'abri de l'air, mais que, de plus, le nombre de ces corpuscules y est, d'une manière absolue, beaucoup plus considérable que dans les autres liquides. Les opérations d'épreuve consistent, comme dans le premier exemple, en inoculations et en cultures.

» Les inoculations sont faites sur huit cobayes, deux pour chaque catégorie de virus : nos 1 et 2, virus non chauffé; nos 3 et 4, virus chauffé une heure; nos 5 et 6, virus chauffé deux heures; nos 7 et 8, virus chauffé trois heures. Ce sont les nos 4, 6, 8 qui reçoivent le virus chauffé dans le vide. De ces trois derniers sujets, aucun ne succombe et ne présente même le plus léger signe de maladie. Sur les cinq autres, il en meurt quatre : les nos 1 et 2, inoculés avec virus non chauffé, resté à l'air ou conservé dans le

vide; le n° 3 ayant servi à éprouver le liquide chauffé une heure en présence de l'air; enfin le n° 5, qui a reçu le virus chauffé à l'air pendant deux heures; ce dernier succombe vingt-quatre heures environ après les autres, dont la mort arrive entre la quarante-deuxième et la cinquante-quatrième heure. Quant au dernier cobaye, n° 7, inoculé avec le liquide chauffé à l'air pendant trois heures, non seulement il échappe à la mort, mais il n'a été, en aucune manière, plus malade que les sujets inoculés avec les liquides chauffés dans le vide.

» D'un autre côté, l'épreuve par les cultures se fait sur trois séries . 1° cultures de première génération, dont le développement est remis en train; 2° cultures de seconde génération, ensemencées avec les filaments et bâtonnets des cultures primitives maintenues au contact de l'air; 3° cultures de seconde génération, dont la semence est fournie par les pipettes où le vide a été fait. Chaque série comprend quatre matras répondant chacun à un degré de chauffage de la matière germinative : zéro, une heure, deux heures, trois heures.

» Au bout de trois jours de séjour dans l'étuve à + 32°, les douze cultures, riches en filaments, bâtonnets et spores vigoureuses, se montrent toutes très troubles. Mais, avant de prendre cet aspect quasi uniforme, elles ont présenté des différences considérables du plus grand intérêt. En comparant entre elles, après la vingt-deuxième heure, les cultures de la même série, on constate, avec la plus grande netteté, que le développement est partout en raison inverse du chauffage préalable de la substance germinative. Ainsi le trouble, qui était parfaitement uniforme dans les matras de la culture primitive, présente maintenant une intensité croissante du n° 4 au n° 1. La même gradation s'observe dans les deux séries de culture de seconde génération : les matras n° 4 sont restés absolument transparents; c'est au n° 3 que le trouble commence à apparaître, et il va croissant dans les n°s 2 et 1. Mais il n'est pas égal dans les deux séries; le développement est en effet beaucoup moins avancé dans les n°s 2, 3, 4 de la dernière. Dans ce cas encore, la semence chauffée en dehors de la présence de l'air s'est donc montrée moins apte à proliférer et la constatation du fait a été rendue plus certaine par le résultat des cultures entreprises comparativement avec la même semence chauffée au contact de l'oxygène atmosphérique.

» Voici la conclusion qui s'impose : non seulement la présence de l'air n'intervient pas dans l'atténuation que le chauffage imprime au virus charbonneux, mais cette atténuation se fait beaucoup mieux en l'absence

qu'en la présence de l'oxygène. Privé de ce gaz, le virus oppose une résistance beaucoup moins grande à l'action atténuante de la chaleur.

» On sera peut-être tenté de trouver une contradiction entre ces résultats et ceux qui ont été si brillamment exploités par M. Pasteur pour l'institution de sa très solide méthode d'atténuation des virus par l'action de l'oxygène. Ce serait à tort. Les conditions des deux ordres d'expériences sont différentes; il eût été étonnant que les résultats en eussent été identiques. Ce qu'il faut retenir de ceux que j'ai obtenus, c'est que la méthode d'atténuation des virus par la chaleur a son individualité et son importance propres, avec lesquelles il faudra nécessairement compter. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur le lait bleu* (Ire Partie); par M. J. **Reiset.**

« Cette singulière altération, appelée vulgairement *lait bleu*, s'est déclarée, pour la première fois, sur les produits de ma laiterie dans le courant du mois d'août 1877 : j'étais absent, lorsque l'on m'apprit que des taches bleues, souvent très larges, envahissaient la surface du lait, conservé dans les terrines pour la préparation du beurre. On me faisait parvenir, en même temps, un échantillon du beurre obtenu avec cette crème bleue; quoique tout nouvellement battu, ce beurre avait une odeur butyrique forte et désagréable; sa couleur verdâtre le rendait encore plus repoussant.

» L'altération était donc très grave. Cependant, au moment de la traite, le lait de toutes les vaches avait sa couleur naturelle, il supportait parfaitement l'ébullition sans se coaguler, et conservait sa saveur ordinaire. En effet, les taches bleues ne se produisaient qu'à la surface de la crème, environ après trente-six heures de séjour à l'air.

» Me trouvant à Motteville, près d'Yvetot, dans une partie du pays de Caux, où la maladie du *lait bleu* règne assez fréquemment, je pris des informations, auprès de plusieurs cultivateurs, espérant trouver quelques conseils ou indications pratiques. Mais, à mon grand étonnement, on paraissait fort alarmé d'avoir à me répondre sur un sujet si délicat; on se contentait de me plaindre, en me faisant comprendre qu'un pareil malheur ne peut être conjuré que par ceux qui ont pouvoir de faire le mal. A les entendre, je devais me trouver sous le coup d'un *maléfice* : il fallait combattre. Je me mis donc à l'œuvre.

» Mon premier soin fut d'établir un service pour recueillir et examiner séparément les produits des sept vaches qui donnaient du lait. Ces vaches

étaient nourries en liberté, au pâturage, dans nos herbages plantés de pommiers; elles paraissaient toutes en très bon état et plutôt trop grasses. Leur rendement, en lait, était régulier; les analyses donnaient en moyenne pour 100 de lait : 13,15 de résidu sec, dont 4,24 de matières grasses. Les animaux semblaient être dans un état normal; cependant, j'avais plusieurs fois constaté que le lait présentait, toujours, une réaction très nettement *acide*.

» Du 25 août au 10 septembre, le produit des traites a été examiné séparément : en consultant le Tableau qui indique l'intensité des taches bleues observées, on trouve que le lait fourni par chacune des sept vaches a été, plus ou moins, envahi par la moisissure bleue; il n'y a pas lieu d'attribuer à l'un des animaux, plutôt qu'à l'autre, une sécrétion anormale ou pathologique.

» La moisissure bleue, à la surface de la crème, se présente sous les formes et les aspects les plus variés : souvent une bande bleue frangée, de $0^{m},010$ à $0^{m},020$ de largeur, se développe en cercle, contre les parois du vase, quelques taches isolées peuvent se trouver vers le centre; plus souvent encore, après quarante ou soixante heures de séjour à l'air, l'aspect de la crème serait assez bien figuré par la coupe d'un savon de Marseille fortement veiné de bleu, car la coloration bleue est aussi intense que celle de l'indigo ou du bleu de Prusse; parfois la crème apparaît comme saupoudrée avec une poussière d'indigo, à grains de grosseur diverse. Dans certains cas, les points bleus restent sans développement; parfois, au contraire, ces points se développent rapidement, de proche en proche, ils deviennent confluents : en quelques heures l'envahissement est complet et la pellicule bleue recouvre, alors, toute la surface de la crème.

» J'ai constaté que la pellicule bleue, mycodermique, pouvait facilement se reproduire par voie d'ensemencement. En voici un exemple : quelques parcelles de cette pellicule, d'un beau bleu, recueillies comme semence, furent délayées dans un demi-litre de lait placé au laboratoire dans un cristallisoir en verre. Après vingt heures, le mycoderme semé apparaissait déjà sous forme de taches bleues isolées; le développement faisait de rapides progrès d'heure en heure; enfin la surface de la crème était entièrement envahie, après vingt-cinq heures. Plusieurs récoltes successives pouvaient être ainsi obtenues en cultivant dans du lait la semence recueillie sur de nouveaux ensemencements; cependant il faut dire aussi que ces semences restaient parfois stériles : une moisissure blanche se développait

sur la crème, en même temps, ou plus rapidement, que la pellicule bleue qui se trouvait alors anéantie.

» On comprend que la reproduction facile du mycoderme doit prolonger l'altération survenue dans les produits d'une laiterie : souvent, faute d'indications précises, la pauvre fermière se voit pour longtemps obligée de renoncer à la fabrication et à la vente du beurre.

» J'avais pris en main l'exploitation de ma ferme, au mois d'octobre 1850, et, comme je l'ai indiqué sommairement, la maladie du lait bleu avait été observée, pour la première fois, sur les produits de la laiterie au mois d'octobre 1877; quelques taches bleues étaient, en effet, signalées dès le 11 de ce mois. La maladie, dans son intensité du 20 août au 7 novembre, se terminait heureusement le 15 novembre. Pendant cette période, nos Tableaux météorologiques indiquent plusieurs orages et une température généralement élevée.

» Aucune modification n'avait été apportée dans les dispositions de la laiterie depuis 1850; la nourriture des vaches au pâturage restait la même, et je dois faire remarquer que, pendant vingt-sept années, la moisissure bleue de la crème nous était restée inconnue.

» Le 28 juin 1878, nous avons eu à signaler une nouvelle apparition de la moisissure; mais tout était terminé le 22 juillet, après un traitement spécial du lait, dont j'aurai à parler.

» Le 15 juin 1879, j'observe encore quelques taches, restées d'ailleurs sans gravité; cependant on note une récidive les 2, 11 et 21 juillet de cette même année : plusieurs terrines (2 sur 13) présentent la pellicule bleue.

» Au mois d'août 1880, la fièvre aphteuse se déclarait sur les moutons et sur les vaches de la ferme : aucune tache bleue ne s'est développée sur le lait, pendant cette année.

» Enfin la dernière apparition du lait bleu avait lieu, d'une manière surprenante, le 21 juin 1881 : on avait coulé dans quatre terrines 28^{kgr} du lait recueilli, le 19 juin à midi; le 21 juin, à 6^h du matin, la surface de la crème dans ces terrines était complètement envahie par la pellicule bleue. Cependant, ce même jour, 19 juin, le lait obtenu dans la traite de 6^h du matin était resté irréprochable, aussi bien que le lait de la traite du soir. Ajoutons qu'un ensemencement du mycoderme, apparu si brusquement, est resté stérile et sans développement.

» Pendant la première période de la maladie, en août 1877, j'avais chaque jour, sous les yeux, vingt ou trente terrines de lait, plus ou moins,

gravement altéré : ce spectacle, fort intéressant, sans doute, pour l'observateur, ne laissait pas que d'avoir un côté assez pénible, pour le fermier et son personnel de service. Il fallait chercher sérieusement un remède au mal. Sur le conseil du vétérinaire, on avait saigné plusieurs vaches, trop grasses. Le sang fut trouvé très épais et manquant de sérosité. La réaction *acide* du lait m'apparut alors comme un symptôme pathologique, d'autant que le plus grand nombre des auteurs s'accordent à déclarer que *le lait de vache a toujours une réaction faiblement alcaline*. M'appuyant sur cette donnée, je résolus de faire subir à mes vaches un traitement, rafraîchissant et *alcalin:* chacune des sept vaches reçut donc journellement un breuvage contenant du sulfate et du bicarbonate de soude. Au bout d'une semaine, on dut interrompre ce traitement; les vaches devenaient furieuses au moment où on leur administrait, de force, le breuvage ; en outre, la moisissure bleue se développait sur la crème, avec plus d'intensité que jamais.

» A partir de ce moment, je laissai les pauvres bêtes en repos et je fis quelques essais pour traiter directement le lait. Voici le procédé qui a donné les meilleurs résultats :

» J'ajoutais au lait, au moment même où il était coulé dans les terrines, après la traite, une proportion bien déterminée d'acide acétique, préparé au centième; pour 10^{lit} de lait, on employait 500^{cc} de cet acide : soit $0^{gr},500$ acide acétique cristallisable, par litre de lait. Cette proportion d'acide ne coagule pas ordinairement le lait; la *montée* de la matière grasse paraît particulièrement facilitée et le beurre obtenu conserve tout son arome.

» Sous l'influence du traitement acide, la moisissure bleue a disparu comme par enchantement: tandis que le lait, non soumis au traitement et conservé pour un examen comparatif, continuait à présenter des taches bleues, sur la crème. L'expérience paraît concluante.

» Je termine donc en divulguant mon secret pour conjurer le *maléfice :*

» 1° Exiger que tous les vases qui doivent contenir du lait à écrémer soient plongés, pendant cinq minutes au moins, dans l'eau *bouillante;* défendre l'emploi de brosses ou linges, dont la propreté est presque toujours douteuse;

» 2° En cas d'invasion grave et persistante, traiter le lait par l'acide acétique, au centième, comme je viens de l'indiquer, en employant la dose de $0^{gr},500$ d'acide cristallisable par litre de lait.

» J'exposerai dans une deuxième Partie les résultats fournis par l'examen microscopique de la pellicule mycodermique et de son organisme; je reviendrai aussi, avec quelques détails, sur la véritable réaction du lait, dans son état naturel. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant à l'Académie un nouveau Volume qu'il vient de publier en collaboration avec M. *F. Geraldy*, sous le titre de « L'électricité comme force motrice », fait sommairement l'historique des différentes phases par lesquelles ont passé les moteurs électriques depuis 1834, époque des premières expériences de M. Jacobi sur cette question, jusqu'aux expériences si curieuses faites l'année dernière à Munich par M. Marcel Deprez. Il montre qu'on peut les résumer en deux phases bien distinctes : l'une pendant laquelle la force motrice était demandée à une série d'actions électromagnétiques alternativement créées et interrompues, qui pouvaient, par des combinaisons mécaniques, donner lieu à un mouvement circulaire continu ; l'autre, qui eut pour point de départ le principe de la réversibilité des machines d'induction à courants continus. Les premiers moteurs électriques ne purent fournir que des forces extrêmement minimes, parce que les actions électromagnétiques sur lesquelles elles étaient fondées ne pouvaient jamais se développer complètement, en raison de la lenteur relative de la production des effets magnétiques, et qu'il se produisait, par suite des interruptions de l'action électrique, des réactions contraires qui annulaient en partie les effets produits. Les moteurs fondés sur le principe de la réversibilité étaient dans de bien meilleures conditions, et c'est seulement alors qu'on put obtenir de véritables forces et produire les effets remarquables qui, depuis quelques années, occupent le monde savant et ont amené les chemins de fer électriques, le transport de la force à grande distance, etc. Ces deux grandes phases de l'histoire des moteurs électriques ont naturellement entraîné la division du nouveau livre de M. du Moncel en deux parties, dans lesquelles sont décrites les principales machines imaginées depuis 1834, et les diverses expériences et applications qui en ont été faites à diverses époques, surtout celles qui, dans ces derniers temps, ont attiré l'attention publique.

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, de la part des traducteurs, M. *Charles Rabot* et M. *Lallemand*, ingénieur des Mines, du I[er] Volume de la traduction du suédois en français du « Voyage de la Vega autour de l'Asie et de l'Europe », par M. *Nordenskiöld*.

« Les résultats scientifiques de cette mémorable entreprise sont nombreux et variés. Sur bien des points les explorateurs suédois ont rectifié le tracé des côtes de la Sibérie. Les courants marins, la météorologie, le magnétisme terrestre ont été l'objet d'observations pleines d'intérêt, ainsi que la flore et la faune de ces contrées encore peu connues. Pendant son hiver-

nage, l'expédition a aussi recueilli des données ethnographiques précieuses sur les Tschuktschis, peuple dont le genre de vie paraît rappeler par certains traits celui des populations de l'âge de pierre.

» Le tableau imprévu que M. Nordenskiöld trace de la Sibérie mérite toute l'attention. Il la compare à l'Amérique du Nord au delà du 40ᵉ degré de latitude, sous le rapport de l'étendue, du climat, de la fertilité et de l'aptitude à nourrir une nombreuse population.

» Au sud d'une zone formée de plaines nues, où seuls des chasseurs, des pêcheurs, des pasteurs de rennes peuvent vivre, s'étend une immense région forestière ([1]). Plus au sud, se trouvent, en Sibérie comme en Amérique, de vastes espaces très fertiles; le sol, analogue en certains endroits aux *tschernosem* (terres noires) de la Russie, donne aux laboureurs de superbes moissons, en récompense du plus petit travail. Malgré ces avantages, ces contrées, où des millions d'habitants pourraient vivre sans difficulté, n'ont qu'une population très clairsemée. Toutefois, entre l'Amérique et la Sibérie, il existe une différence importante. Tandis que les produits agricoles de l'Amérique trouvent un débouché facile dans les ports de l'Atlantique ou du Pacifique, la partie la plus fertile de la Sibérie, les bassins supérieurs de l'Obi, de l'Irtisch et de l'Iénisséi, est au contraire séparée de l'Océan par de vastes espaces. En outre, tous les grands fleuves coulent vers le Nord et débouchent dans une mer qui, jusque dans ces derniers temps, a été considérée comme impraticable.

» En parcourant cet Ouvrage, « on ne trouvera pas, dit l'auteur, comme » beaucoup de lecteurs s'y attendent peut-être, le récit de nombreuses péri» péties ou de catastrophes ». Si tout accident a été évité, on peut en partie en attribuer le mérite à la sûreté des judicieuses prévisions de M. Nordenskiöld qui avait étudié d'une manière approfondie tous les documents antérieurs. On s'en convaincra en lisant le remarquable Rapport placé en tête du Volume, que l'intrépide voyageur présenta en juillet 1877, c'est-à-dire un an avant son départ. D'ailleurs on sait quelle part l'habile commandant du navire, le lieutenant Palander, a eue dans le succès de l'entreprise.

» Mais les difficultés apparaissent quand on se reporte à l'érudit exposé des voyages précédents, exécutés pendant trois siècles, que M. Nordenskiöld a tracés. Des Cartes anciennes, exécutées en 1482, en 1532, en 1567, montrent combien la Carte dressée par Barents en 1598, à la suite de son

---

([1]) Ces régions sont également analogues aux parties de la Suède et de la Finlande situées au-dessus du 60ᵉ ou 61ᵉ degré de latitude.

troisième voyage, et la carte russe de l'océan Glacial publiée en 1612 ont jeté de lumières sur ce sujet.

» Les *fac-simile* de ces diverses Cartes, qui sont annexés au Volume, sont suivis d'une série de Cartes exécutées à la suite du voyage de *la Vega*, par G. Bove, ainsi que la Carte de l'ancien continent, de la Norwège au détroit de Bering, par M. Selander, capitaine d'état-major suédois.

» Cette publication peut être considérée comme classique dans la littérature des voyages arctiques. »

MÉMOIRES LUS.

M. **Bouquet de la Grye** donne lecture d'un Rapport concernant les détails d'installation de la Mission qu'il a dirigée, pour l'observation du passage de Vénus, à Puebla (Mexique), et indique les principaux résultats obtenus.

Ce Rapport sera publié ultérieurement, avec ceux des autres Missions.

M. le **Président** adresse, à M. Bouquet de la Grye et à ses Collaborateurs, les remerciements et les félicitations de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Walker**, M. **C. Adametz** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Réduction à la forme canonique des équations d'équilibre d'un fil flexible et inextensible.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Quoique l'on ait signalé depuis longtemps les nombreuses analogies qu'il y a entre les équations d'équilibre d'un fil et les équations du mou-

vement d'un point ([1]), on n'a pas encore, à ma connaissance, ramené ces équations d'équilibre à une forme canonique permettant l'application des théorèmes de Jacobi.

» I. Considérons d'abord un fil flexible et inextensible entièrement libre dont l'élément de longueur ds est sollicité par la force $F\,ds$, ayant pour projections sur les axes coordonnés supposés rectangulaires $X\,ds$, $Y\,ds$, $Z\,ds$, où X, Y, Z sont des fonctions des seules coordonnées x, y, z du point d'application; admettons, de plus, qu'il existe une fonction des forces U, c'est-à-dire que

$$dU = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz.$$

Si l'on désigne par T la tension, les équations d'équilibre sont

$$(1)\qquad \frac{d}{ds}\left(T\frac{dx}{ds}\right) + X = 0,\quad \frac{d}{ds}\left(T\frac{dy}{ds}\right) + Y = 0,\quad \frac{d}{ds}\left(T\frac{dz}{ds}\right) + Z = 0;$$

d'où l'on déduit

$$(2)\qquad dT + dU = 0,\quad T = -(U + h),$$

h étant une constante arbitraire.

» Introduisons dans les équations (1) une variable indépendante auxiliaire σ liée à s par la relation

$$\frac{ds}{d\sigma} = T;$$

ces équations deviennent

$$\frac{d^2x}{d\sigma^2} + TX = 0,\quad \frac{d^2y}{d\sigma^2} + TY = 0,\quad \frac{d^2z}{d\sigma^2} + TZ = 0,$$

ou, en faisant $V = \frac{1}{2}(U + h)^2$,

$$(3)\qquad \frac{d^2x}{d\sigma^2} = \frac{\partial V}{\partial x},\quad \frac{d^2y}{d\sigma^2} = \frac{\partial V}{\partial y},\quad \frac{d^2z}{d\sigma^2} = \frac{\partial V}{\partial z},$$

équations analogues à celles du mouvement d'un point. Nous pouvons maintenant appliquer à ces équations les théorèmes de Jacobi. Pour cela, considérons l'équation aux dérivées partielles

$$(4)\qquad \left(\frac{\partial\Theta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Theta}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Theta}{\partial z}\right)^2 = (U + h)^2,$$

---

[1] *Voir* un Mémoire de M. O. Bonnet, *Journal de Mathématiques*, t. IX, et l'Ouvrage de M. P. Serret, *Théorie géométrique et mécanique des lignes à double courbure*.

et supposons que l'on ait trouvé une intégrale

$$\Theta(x, y, z, \alpha, \beta, h)$$

de cette équation, avec deux constantes arbitraires α et β distinctes de h et de la constante additive que l'on peut toujours ajouter à Θ; les équations de la courbe d'équilibre sont alors

$$(5) \qquad \frac{\partial\Theta}{\partial\alpha} = \alpha', \quad \frac{\partial\Theta}{\partial\beta} = \beta',$$

α' et β' étant deux nouvelles constantes.

» II. Plus généralement, imaginons que l'on emploie un système de coordonnées quelconques q_1, q_2, q_3 liées à x, y, z par les équations

$$(6) \qquad x = f(q_1, q_2, q_3), \quad y = \varphi(q_1, q_2, q_3), \quad z = \psi(q_1, q_2, q_3).$$

» Désignons par $x', y', z', q'_1, q'_2, q'_3$ les dérivées de x, y, z, q_1, q_2, q_3 par rapport à σ; l'expression

$$P = \tfrac{1}{2}(x'^2 + y'^2 + z'^2)$$

sera une fonction de $q_1, q_2, q_3, q'_1, q'_2, q'_3$, et, en posant

$$p_1 = \frac{\partial P}{\partial q'_1}, \quad p_2 = \frac{\partial P}{\partial q'_2}, \quad p_3 = \frac{\partial P}{\partial q'_3},$$

on pourra exprimer P en fonction de $q_1, q_2, q_3, p_1, p_2, p_3$. Enfin, on formera la fonction

$$H(q_1, q_2, q_3; p_1, p_2, p_3) = P - \tfrac{1}{2}(U + h)^2,$$

et les équations d'équilibre seront ramenées à la forme canonique

$$(7) \qquad \frac{dq_i}{d\sigma} = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad \frac{dp_i}{d\sigma} = -\frac{\partial H}{\partial q_i} \quad (i = 1, 2, 3).$$

» Mais, pour obtenir les équations de la courbe d'équilibre, il est inutile d'avoir les intégrales *générales* [1] de ces équations (7); il suffit, comme précédemment, de considérer l'équation

$$(8) \qquad H\left(q_1, q_2, q_3; \frac{\partial\Theta}{\partial q_1}, \frac{\partial\Theta}{\partial q_2}, \frac{\partial\Theta}{\partial q_3}\right) = 0$$

[1] En effet, les équations (7) donnent l'intégrale première $H = C$; mais, en vertu de la valeur (2) de T, il faut attribuer à cette constante C la valeur particulière o.

et de trouver une intégrale $\Theta(q_1, q_2, q_3, \alpha, \beta, h)$ de cette équation avec deux constantes arbitraires α et β; les équations de la courbe d'équilibre seront alors

$$(9) \qquad \frac{\partial\Theta}{\partial\alpha} = \alpha', \quad \frac{\partial\Theta}{\partial\beta} = \beta'.$$

» III. Supposons enfin que l'on ait à chercher la position d'équilibre d'un fil sollicité par la même force F et assujetti à rester sur une surface donnée. Les coordonnées d'un point de cette surface étant supposées exprimées en fonction de deux paramètres q_1 et q_2, on formera la fonction

$$P = \tfrac{1}{2}(x'^2 + y'^2 + z'^2)$$

et on l'exprimera au moyen des paramètres q_1, q_2 et des nouvelles variables p_1, p_2 définies par les équations

$$p_1 = \frac{\partial P}{\partial q'_1}, \quad p_2 = \frac{\partial P}{\partial q'_2}.$$

» Si alors on désigne par $H(q_1, q_2; p_1, p_2)$ la fonction $P - \frac{1}{2}(U + h)^2$ et si l'on considère l'équation aux dérivées partielles

$$H\left(q_1, q_2; \frac{\partial\Theta}{\partial q_1}, \frac{\partial\Theta}{\partial q_2}\right) = 0,$$

il suffira de trouver une intégrale $\Theta(q_1, q_2, \alpha, h)$ de cette équation avec une constante arbitraire α, et l'équation de la courbe d'équilibre sera

$$\frac{\partial\Theta}{\partial\alpha} = \alpha',$$

α' étant une nouvelle constante arbitraire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes des équations linéaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« La détermination complète du groupe d'une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels est l'un des problèmes les plus importants que l'on rencontre dans la théorie de ces équations. M. Fuchs a donné, dans le Tome 75 du *Journal de Crelle*, un moyen de calculer les coefficients de ce groupe avec une approximation indéfinie; mais il y a beaucoup d'autres moyens d'arriver au même résultat.

» Je considère en particulier l'équation suivante :

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = y\left[\sum_{1}^{n} \frac{A_i}{(x-a_i)^2} + \sum_{1}^{n} \frac{B_i}{x-a_i}\right],$$

en supposant

$$\Sigma B_i = 0.$$

» Ce que je vais dire s'appliquerait d'ailleurs à une équation linéaire quelconque, et je n'ai envisagé l'équation (1) que pour fixer les idées.

» Soient y_1 et y_2 deux intégrales de l'équation (1) définies par les conditions suivantes : pour $x = 0$, y_1, y_2, $\frac{dy_1}{dx}$ et $\frac{dy_2}{dx}$ se réduisent respectivement à

$$1, \ 0, \ 0 \text{ et } 1.$$

» Si l'on considère un instant x et les a_i comme des constantes, les A_i et les B_i comme variables, il est aisé de voir que y_1, y_2, $\frac{dy_1}{dx}$ et $\frac{dy_2}{dx}$ sont des fonctions *entières* des A_i et des B_i, et peuvent être développées suivant les puissances croissantes de ces quantités en séries *toujours* convergentes.

» Supposons maintenant que l'on fasse décrire à x un contour fermé quelconque C en partant du point o et y revenant; soient z_1, z_2, t_1 et t_2 les valeurs finales de y_1, y_2, $\frac{dy_1}{dx}$ et $\frac{dy_2}{dx}$ seront des fonctions entières des A et des B. Quand on fera décrire à x le contour envisagé, y_1 et y_2 se changeront respectivement en

$$z_1 y_1 + t_1 y_2,$$
$$z_2 y_1 + t_2 y_2.$$

» Soient S_1 et S_2 les racines de l'équation en S,

$$(z_1 - S)(t_2 - S) - z_2 t_1 = 0.$$

» Si l'on connaissait, pour tous les contours possibles, les valeurs de S_1 et de S_2, le groupe cherché serait entièrement déterminé. Or on a constamment

$$S_1 S_2 = z_1 t_2 - z_2 t_1 = 1.$$

» Il reste à déterminer

$$S_1 + S_2 = z_1 + t_2.$$

» La valeur de $z_1 + t_2$ s'obtient immédiatement quand le contour C n'enveloppe qu'un point singulier ou les enveloppe tous. Il reste à étudier le

cas où ce contour enveloppe plusieurs points singuliers sans les envelopper tous. Dans ce cas, $z_1 + t_2$ s'exprime par une série ordonnée suivant les puissances des A_i et des B_i, et les coefficients sont des sommes de termes que l'on peut former comme il suit :

» Posons

$$\Lambda(x, \alpha_1) = \log\left(1 - \frac{x}{\alpha_i}\right),$$

$$\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2) = \int_0^x \frac{\Lambda(x, \alpha_1)}{x - \alpha_1}\, dx,$$

$$\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = \int_0^x \frac{\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2)}{x - \alpha_3}\, dx,$$

. . . .

Soit enfin $\Lambda(C, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$ l'intégrale

$$\int \frac{\Lambda(x, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{p-1})}{x - \alpha_p}\, dx,$$

prise le long du contour C. Les coefficients de notre série seront des sommes de termes de la forme $\Lambda(C, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p)$, les $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ étant, dans un certain ordre, les points singuliers $a_1, a_2, \ldots, a_n$, chacun de ces derniers pouvant être répété un certain nombre de fois dans la série des α. Ces coefficients peuvent donc être calculés par quadratures.

» 2. Voici un autre moyen de former le groupe de l'équation (1). Soient a_1 et a_2 deux points singuliers, et C_1 et C_2 deux cercles ayant pour centres a_1 et a_2, ne contenant aucun autre point singulier et ayant une partie commune P. Soient λ_1 et μ_1, λ_2 et μ_2 les racines des équations déterminantes relatives à a_1 et à a_2. L'équation (1) admettra quatre intégrales :

$$(2)\qquad \begin{cases} y_1 = (x - a_1)^{\lambda_1} \varphi_1(x - a_1), & y_2 = (x - a_1)^{\mu_1} \psi_1(x - a_1), \\ y_3 = (x - a_2)^{\lambda_2} \varphi_2(x - a_2), & y_4 = (x - a_2)^{\mu_2} \psi_2(x - a_2), \end{cases}$$

où les φ et les ψ sont des séries ordonnées suivant les puissances de $x - a_1$ et de $x - a_2$, et convergentes toutes quatre à l'intérieur de P. On aura d'ailleurs

$$(3)\qquad \begin{cases} y_1 = \alpha y_3 + \beta y_4, & \dfrac{dy_1}{dx} = \alpha \dfrac{dy_3}{dx} + \beta \dfrac{dy_4}{dx}, \\ y_2 = \gamma y_3 + \delta y_4, & \dfrac{dy_2}{dx} = \gamma \dfrac{dy_3}{dx} + \delta \dfrac{dy_4}{dx}. \end{cases}$$

» Si l'on pouvait déterminer les valeurs de α, β, γ, δ pour toutes les combinaisons deux à deux des points singuliers, le groupe cherché serait

complètement déterminé; mais, avec les suppositions que nous avons faites sur les cercles C_1 et C_2, on peut substituer, dans les équations (3), les valeurs des y données par les équations (2), en donnant à x une valeur fixe x_0 située à l'intérieur de P. On a ainsi α, β, γ, δ sous forme de séries ordonnées suivant les puissances des A, des B, de $x_0 - a_1$ et de $x_0 - a_2$.

» Dans une prochaine Note, je montrerai, si l'Académie veut bien le permettre, comment on peut toujours ramener le problème au cas où l'on peut tracer deux cercles C_1 et C_2 satisfaisant aux conditions énoncées plus haut. Je montrerai également comment les résultats précédents peuvent s'étendre au cas des intégrales irrégulières et le lien intime qu'il y a entre ce dernier cas et divers problèmes de Mécanique céleste. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la composition des périodes des fractions continues périodiques;* par M. E. DE JONQUIÈRES [1].

« I. Lorsque le rapport $\frac{2a}{d}$ a pour valeur un nombre fractionnaire $\frac{p}{q} (p > q)$, la famille de nombres, dont l'étude se présente d'abord, est celle que définit la formule

$$E = \overline{an}^2 + 4n,$$

où $q = 2$, n prenant successivement toutes les valeurs entières depuis l'unité jusqu'à l'infini, tandis que a, nécessairement impair, reçoit pour chacun des groupes, en nombre infini, dont la famille se compose, une valeur qui particularise et détermine le groupe.

» Cette famille se subdivise, selon que n est pair ou impair, en deux branches, où les périodes suivent, respectivement, les lois suivantes :

» THÉORÈME VII. — *Si n est pair, la période a huit termes, savoir :*

$$\left[\left(\frac{a-1}{2}\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{an}{2}-1\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{a-1}{2}\right),\ 2an\right].$$

» THÉORÈME VIII. — *Si n est impair, la période a dix termes, savoir :*

$$\left[\left(\frac{a-1}{2}\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{an-1}{2}\right),\ 2a,\ \left(\frac{an-1}{2}\right),\ 1,\ 1,\ \left(\frac{a-1}{2}\right),\ 2an\right].$$

---

[1] Voir les *Comptes rendus* de la séance du 26 février 1883, p. 568. A la page 570, ligne 1, *il faut lire :* $\overline{(a+1)}^2 - 2$, *au lieu de :* $a^2 - 2$.

Le cas de $n = 1$ fait seul exception, parce qu'il rentre dans le théorème V; la période se compose alors de cinq termes seulement.

» II. L'essence des nombres et la nature de l'opération dont il s'agit n'admettent pas des lois aussi générales et remarquables, dans le cas où le dénominateur q du nombre fractionnaire *irréductible* $\frac{p}{q}$ a une valeur autre que 2.

» En premier lieu, pour que les périodes conservent alors quelque caractère commun, a doit y recevoir, comme q, des valeurs particulières. En second lieu, dans chacun des groupes ainsi déterminés, l'influence de la valeur du rapport $\frac{2a}{d}$ ne s'y fait plus sentir par l'uniformité de la longueur et de la composition de la période. Toutefois les périodes de chaque groupe ainsi défini n'ont pas non plus une indépendance mutuelle absolue. La valeur de $\frac{2a}{d}$ y imprime le même caractère d'uniformité à un certain nombre (variable d'un groupe à l'autre, mais constant dans chaque groupe) des premiers et par conséquent aussi des derniers termes des périodes. Ces lois peuvent se formuler ainsi :

» Théorème IX. — *Si l'on a* $q > 2$, *tous les nombres composant la famille* $E = \overline{an}^2 + dn$ $\left(\text{où } \frac{2a}{d} = \frac{p}{q}\right)$ *ont des périodes dont la longueur et la composition varient généralement avec la valeur attribuée à* n, *bien que* a *et* d *demeurent constants. Mais, sauf des exceptions peu nombreuses, faciles à déterminer* a priori *et relatives à quelques valeurs* consécutives *de* n *à partir de* 1, *le premier terme de la période et plusieurs de ceux qui le suivent immédiatement sont communs aux périodes de tous les nombres de la famille, quel que soit* n. *Ces mêmes termes se reproduisent dans l'ordre inverse à la fin de la période.*

» Théorème X. — *Les choses restant les mêmes qu'au théorème IX, si* n *satisfait à la condition* $n = 1 + k.d^{2i}$ (k et i prenant toutes les valeurs entières de 1 à l'∞), *tous les nombres correspondants, sans exception, forment dans la famille un groupe dérivé, dont tous les individus ont en commun, à leurs périodes respectives, une nouvelle suite de termes consécutifs de plus que ceux mentionnés au théorème IX, et consécutifs à ceux-là. La valeur numérique du premier de ces termes supplémentaires est toujours et invariablement* $2akd^{2(i-1)} - 1$. *Ces termes supplémentaires se reproduisent, dans l'ordre inverse, à la fin de la période, et parmi eux apparaissent successivement, et par intervalles, les nombres* $2akd^{2(i-2)} - 1, \ldots 2akd^{2(i-i)} - 1$ ou $2ak - 1$.

» Par exemple, dans la famille $E = \overline{2n}^2 + 3n$, tous les nombres, dès

qu'on a $n > 1$, ont en commun les trois termes 1, 2, 1 au commencement de la partie ascendante de leurs périodes, et les mêmes termes à la fin de la partie descendante, et tous ceux d'entre eux qui satisfont à la congruence $n \equiv 1$ (mod. 3^6) ont en outre en commun, et à la suite des premiers, les dix termes $(324k - 1)$, 1, 6, 5, $(36k - 1)$, 1, 6, 1, 9, 4.

» Dans la famille $E = \overline{9n}^2 + 13n$, tous les nombres, dès que $n > 3$, ont en commun, au commencement de leurs périodes ainsi qu'à la fin, les quatre termes 1, 2, 1, 1. Dès que $n > 12$, ils en ont un de plus qui est 2, et enfin si $n \equiv 1$ $\left(\text{mod. } \overline{13}^2\right)$, apparaissent les termes supplémentaires, $(18k - 1)$, 1, 2, 1, 1, etc.

» III. On a des théorèmes généraux, du même genre que les précédents, dans la famille de nombres représentée par la formule $E = \overline{bn}^2 - en$. Les théorèmes II et VI en ont offert les cas les plus simples. Il y en a d'autres; mais je dois me borner ici à les mentionner.

» IV. En résumé, si l'on considère la multitude des nombres entiers, il y en a une infinité, et même une infinité de groupes, où les périodes sont soumises à des lois absolues. Quant aux autres, si leurs périodes sont moins disciplinées, l'indépendance individuelle est néanmoins loin d'y être complète; on y retrouve encore des éléments plus ou moins nombreux de subordination parmi les périodes de ces nombres, classés par groupes. C'est dans ce sens qu'on doit interpréter la réflexion de Lagrange, citée au début de ma dernière Communication [1], et ce sont précisément les limites qu'elle comporte que je me suis proposé de faire connaître.

» V. J'aurais à dire encore ce qui a servi de base à mes investigations dans ce champ mystérieux et en apparence si confus, et notamment à quelle cause est due l'influence prépondérante, sinon exclusive, de la valeur numérique du rapport $\frac{2a}{d}$ sur la longueur et la composition des périodes, puis à montrer comment la même méthode s'étend aux racines des équations du second degré à coefficients rationnels; mais l'espace me contraint de différer ces nouveaux détails, que l'on trouvera ailleurs. »

---

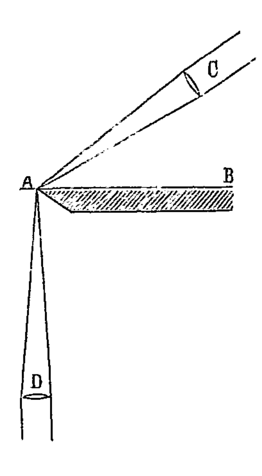
(1) *Voir* les Additions aux *Éléments d'Algèbre d'Euler*, édition de l'an III, p. 495.

OPTIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière diffractée.* Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« Cette question présente, comme on sait, un grand intérêt au point de vue de la théorie de la lumière, et a donné lieu aux recherches de plusieurs physiciens. Ces expériences, faites avec des réseaux, ont donné des résultats complexes et souvent contradictoires, la réflexion et la réfraction agissant en même temps que la diffraction dans ces appareils, d'une manière difficile à analyser.

» On pouvait penser que le problème se présenterait dans des conditions plus favorables, si l'on étudiait simplement la lumière diffractée par le bord rectiligne d'un seul écran opaque, indéfini dans les autres sens; mais la méthode classique, qui consiste à examiner le phénomène dans un plan éloigné de l'écran, ne donne plus rien de sensible, dès qu'on s'éloigne un peu du bord de l'ombre géométrique. L'examen des formules de diffraction m'a conduit à une autre méthode, bien plus avantageuse à ce point de vue, et qui consiste à étudier la lumière diffractée au bord même de l'écran, au moyen d'une loupe ou d'un microscope. Cette méthode a réussi au delà de mes prévisions; elle permet de suivre la lumière diffractée jusque dans une direction presque perpendiculaire aux rayons incidents, en conservant une intensité lumineuse plus que suffisante.

» L'expérience est ainsi disposée pour étudier la lumière diffractée du



côté de l'ombre géométrique : un objectif C projette une image A de la source lumineuse sur le bord d'un écran opaque AB. Dans l'ombre de

l'écran on place un microscope à faible grossissement dont l'objectif D, à long foyer et à petite ouverture angulaire, est mis au point sur le bord de l'écran. Ce bord est rectiligne et perpendiculaire au plan CAD.

» Dans ces conditions, le bord de l'écran se montre dessiné, sur la longueur qu'occupe l'image de la source lumineuse, par un filet de lumière qui se détache vivement sur le fond obscur du champ du microscope. Ce trait brillant est bien régulier, si le bord de l'écran a été travaillé avec soin; avec un grossissement convenable, il prend une épaisseur sensible, et se montre accompagné de quelques franges très fines. Son éclat est d'autant plus petit que l'angle dont se trouvent déviés les rayons reçus dans le microscope (angle de diffraction) est plus voisin de 90°. Avec une lampe ordinaire, on peut déjà bien voir le phénomène jusque vers 60°; avec la lumière Drummond, et mieux encore avec le Soleil, l'expérience est très brillante et peut être poussée jusque vers 90°.

» Ce filet de lumière, d'après la disposition même de l'appareil, est évidemment formé par la diffraction sans aucun mélange de lumière réfléchie, pourvu toutefois qu'on enlève avec soin les poussières atmosphériques qui viendraient s'arrêter au bord de l'écran.

» Cette expérience fort simple exige pourtant quelques soins relativement au bord de l'écran. On peut faire usage d'un instrument tranchant, tel qu'un rasoir très bien affilé; j'ai aussi employé d'autres écrans en divers métaux, dont l'angle était moins aigu ou même presque droit. Mais cet angle, examiné sous un grossissement de 100 diamètres, doit paraître net et vif, sans dentelures et sans épaisseur sensible : dès que l'angle est un peu arrondi, toute lumière disparaît.

» Cette méthode se prête aisément à l'étude de la polarisation de la lumière diffractée. Si la lumière incidente est naturelle, la lumière diffractée est polarisée, très fortement si l'angle de diffraction dépasse 50°, et toujours dans un plan parallèle au bord de l'écran, c'est-à-dire *perpendiculairement au plan de diffraction*. Si la lumière incidente est polarisée rectilignement, la lumière diffractée l'est aussi, ou a très peu près, mais *dans un plan faisant un angle plus grand avec le plan de diffraction*. Voici, par exemple, des expériences faites avec la lumière Drummond et un écran en acier. Les angles de diffraction étant successivement 10°, 30°, 45° et 60°, il a fallu, pour que l'angle du plan de polarisation des rayons diffractés avec le plan de diffraction fût toujours égal à 45°, que les angles correspondants pour les rayons incidents fussent respectivement 37°, 24°, 18°, 11°. La substance de l'écran paraît avoir une certaine influence, remarquable surtout avec les métaux colorés.

» Ce qui précède se rapporte à la lumière diffractée du côté de l'ombre de l'écran. Si l'on étudie de même la lumière diffractée du côté opposé, on constate des phénomènes de polarisation tout contraires. Ainsi, la lumière incidente étant naturelle, le filet lumineux est polarisé *dans le plan de diffraction*. Si l'angle de diffraction est un peu grand, cette polarisation est presque complète, et se distingue par là de celle que produirait une simple réflexion métallique. Ainsi *le même bord produit deux genres complémentaires de diffraction*, fait remarquable que ne pouvaient montrer les réseaux, et que n'avait prévu aucune théorie.

» Je me propose de faire une étude détaillée de ces divers phénomènes dans des conditions variées et dans divers milieux transparents. »

OPTIQUE. — *Sur les indices de réfraction des gaz à des pressions élevées.* Note de MM. **J. Chappuis** et **Ch. Rivière**, présentée par M. Debray.

« On n'a pas jusqu'ici vérifié, à des pressions élevées, la constance du pouvoir réfringent des gaz, admise par Biot et Arago après des expériences dans lesquelles la variation de pression ne dépassait pas 1^{atm}.

» Depuis cette époque, les problèmes posés par Arago, sur les indices des gaz, ont été l'objet de travaux importants; mais les physiciens qui se sont occupés de ces questions se sont placés surtout au point de vue de l'Astronomie, et leur but a été de fournir les données indispensables au calcul de la réfraction atmosphérique : leurs expériences sont donc restées dans les limites des pressions atmosphériques.

» Les remarquables travaux d'Andrews sur la liquéfaction de l'acide carbonique ont conduit ce savant expérimentateur à l'observation de phénomènes intéressants qui se produisent dans la masse gazeuse au moment de son changement d'état. Les apparences bien connues qu'il a décrites ne peuvent être dues qu'à des variations dans l'indice du gaz. De plus, la disparition du ménisque à la température qu'on a appelée *température critique* prouve qu'à ce moment il n'y a plus, pour le corps soumis à l'expérience, qu'un indice de réfraction, au lieu qu'à des températures inférieures il y a à distinguer l'indice du liquide et l'indice du gaz.

» Ces faits nous ont paru donner quelque intérêt à une étude des indices des gaz à des pressions élevées.

» Après différentes tentatives, la méthode interférentielle employée par M. Jamin, et décrite dans les Mémoires classiques de ce savant sur la variation des indices de l'air, de l'eau et de la vapeur d'eau, s'est imposée à

notre choix comme étant la plus précise; mais elle nous laissait en présence d'une difficulté qu'elle n'avait pas eue à surmonter : les appareils employés dans les précédentes expériences n'avaient à supporter que des pressions au plus égales à la pression atmosphérique; nous voulions, au contraire, aller jusqu'à 60^{atm} ou 70^{atm}. Nous avons résolu la question en faisant usage d'un appareil déjà décrit et employé par l'un de nous [1], et qu'il a suffi de modifier dans certains détails pour le rendre propre au genre d'expériences que nous voulions tenter.

» Cet appareil, construit par M. Golaz, permet de comprimer le gaz à étudier dans une cavité prismatique, percée à l'intérieur d'un bloc d'acier de $0^m,20$ de long et fermée à chacune de ses extrémités par une glace de $0^m,01$ d'épaisseur, solidement maintenue. L'un des faisceaux interférents fournis par un premier miroir de M. Jamin traverse cette cavité; l'autre suit, dans l'air libre, un chemin parallèle à une distance de $0^m,01$; on a interposé, sur le trajet de ce deuxième faisceau, deux glaces identiques aux premières. Les deux faisceaux traversent ensuite un compensateur, et sont reçus sur le deuxième miroir où ils interfèrent; les franges sont observées horizontales et pointées dans une lunette munie d'un réticule.

» Dans une première série d'expériences, nous avons pu suivre la frange centrale (lumière blanche) jusqu'à 65^{atm}. Désirant nous réserver le temps nécessaire pour faire ces mesures avec tout le soin qu'elles exigent, nous donnerons seulement aujourd'hui, pour prendre date, le résultat de mesures faites entre 24^{atm} et 36^{atm}. On trouve, dans la troisième colonne du Tableau ci-joint, le nombre des franges (λ jaune du sodium) qui passent sous le réticule de la lunette pour une variation de pression donnée par la différence des nombres inscrits dans les première et deuxième colonnes.

Pression initiale.	Pression finale.	Nombre des franges.	n.
atm 24,5	atm 28,5	335	0,550
28,5	32,5	311	0,510
32,5	36,5	338	0,555

Température : 22°.

» Nous avons calculé le nombre n des franges qui passeraient sous le réticule, pour une variation de pression de 1^{mm} de mercure dans un tube

[1] J. Chappuis, *Étude spectroscopique sur l'ozone* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. XI; avril 1882).

de 1^{m} de longueur; les résultats de ce calcul sont indiqués dans la quatrième colonne.

» Les pressions étaient évaluées à l'aide d'un manomètre métallique dont le peu de précision ne permettait malheureusement pas d'obtenir des résultats plus réguliers. Malgré cela, les nombres inscrits dans la quatrième colonne diffèrent peu du nombre 0,556, que l'on calcule en adoptant pour l'indice de l'air à 22° la valeur 0,000 271, trouvée par M. Jamin à la pression atmosphérique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production de quelques stannates cristallisés.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« Les stannates de potasse et de soude se présentent sous la forme de cristaux bien nets; mais il n'en est pas de même des stannates métalliques, que l'on connaît seulement sous l'aspect de précipités amorphes, obtenus par double décomposition; on peut cependant faire cristalliser un certain nombre de ces sels.

» *Stannate de chaux.* — Une solution de stannate de potasse, versée dans un excès de chlorure de calcium, donne un précipité blanc gélatineux, qui, à la température de 100°, diminue de volume et se change en petits cristaux très nets, transparents, incolores, d'apparence cubique, répondant à la formule $SnO^2, CaO, 5HO$.

» Ce même composé s'obtient anhydre par voie sèche quand on maintient au rouge blanc pendant plusieurs heures un mélange de bioxyde d'étain, de chlorure de calcium et d'un peu de chaux; la masse refroidie, lavée, puis traitée par l'acide chlorhydrique faible, laisse des petits cristaux transparents, présentant la forme de lamelles carrées, de cubes ou d'octaèdres plus ou moins modifiés; ils sont inattaquables par les acides et à peine altérés par le carbonate de soude en fusion; leur analyse, faite en les dissolvant à l'aide du bisulfate de potasse, conduit à la formule SnO^2, CaO.

» Si, au lieu d'opérer en présence de la chaux, on remplace cette base dans le mélange précédent par du chlorhydrate d'ammoniaque, de manière à éviter toute trace de chaux libre, il ne se forme plus de stannate; les cristaux qu'on obtient, fort différents des précédents, sont des aiguilles fines, incolores et transparentes, souvent réunies en groupes étoilés et constituées par de l'acide stannique pur.

» *Stannate de strontiane.* — Le précipité gélatineux que donne le stan-

nate de potasse dans le strontium, abandonné à lui-même, se modifie au bout de quelques jours à la température ordinaire; il est remplacé bientôt par des cristaux disposés en feuilles de fougère et constitués par la réunion de petits rhomboèdres aigus, transparents et brillants. Ce sel contient $2SnO^2, 3SrO, 10HO$.

» Ces cristaux se produisent encore quand, à une solution saturée et froide de strontiane en grand excès, on ajoute une petite quantité d'une solution étendue de stannate de potasse. Ce précipité gélatineux, formé tout d'abord, devient cristallisé au bout de quelques jours à la température ordinaire, et plus rapidement si on porte le tout à l'ébullition.

» *Stannate de baryte.* — Le stannate $SnO^2, 2BaO, 10HO$ se prépare, comme le précédent, avec une solution saturée de baryte et du stannate de potasse; on l'obtient aussi en faisant agir ce dernier sel sur une solution froide et saturée de chlorure de baryum; le précipité volumineux qui se produit tout d'abord est entièrement changé, au bout de quelques heures, en petites paillettes nacrées et brillantes.

» *Stannate de nickel.* — L'oxyde de nickel étant insoluble dans l'eau, on ne peut opérer comme au cas précédent, et la double décomposition ne donne que des dépôts amorphes; il n'en est plus de même lorsqu'on fait intervenir l'ammoniaque. Quand on ajoute du stannate de potasse à une solution d'un sel de nickel dans l'ammoniaque concentrée et en grand excès, il se forme un précipité qui se redissout dans la liqueur. Si l'on ajoute du stannate alcalin jusqu'à ce que cette dissolution cesse et que le liquide reste légèrement trouble, on a une liqueur sursaturée de stannate métallique qui, par le repos, en abandonne une partie sous la forme de cristaux. Le stannate de nickel ainsi obtenu est en petits cristaux vert clair, transparents, d'apparence cubique; il ne retient pas d'ammoniaque et sa composition répond à la formule $SnO^2, NiO, 5HO$.

» *Stannate de cobalt.* — La méthode qui vient d'être décrite pour le sel de nickel est applicable à tous les oxydes métalliques solubles dans l'ammoniaque. Le stannate de cobalt obtenu par ce procédé est en petits cristaux roses, transparents, qui contiennent $SnO^2, CoO, 6HO$.

» *Stannate de zinc.* — Une solution fortement ammoniacale de sulfate de zinc, traitée comme il vient d'être dit par le stannate de potasse, dépose des petits cristaux incolores, transparents, tout à fait semblables, sauf la couleur, à ceux qui précèdent; ils renferment $2SnO^2, 3ZnO, 10HO$.

» *Stannate d'argent.* — Le précipité blanc que donne le stannate de potasse dans le nitrate d'argent, bien lavé, se dissout entièrement dans l'am-

moniaque. La liqueur, abandonnée sous une cloche, avec un vase renfermant de l'acide sulfurique, perd peu à peu son ammoniaque et dépose bientôt des petits cristaux. Au bout de peu de temps, elle se remplit de stannate gélatineux, qui se précipite. Les cristaux, séparés par lévigation, contiennent SnO^2, AgO; au rouge blanc, ils fondent en un liquide brun foncé et sont décomposés par le bisulfate de potasse. Il faut avoir soin d'opérer avec du stannate de potasse bien exempt d'alcali, car celui-ci donnerait de l'oxyde d'argent, qui, au contact de l'ammoniaque, pourrait former un composé détonant.

» *Stannate de cuivre.* — Il se dépose d'une solution ammoniacale d'un sel de cuivre dans lequel on ajoute du stannate de potasse tant que le précipité formé se redissout. Comme ce stannate est beaucoup plus soluble dans l'ammoniaque que ceux qui précèdent, il se produit encore quand on évapore très lentement, en présence d'acide sulfurique, sa solution ammoniacale. On obtient ainsi des petits cristaux bleu clair qui renferment $SnO^2, CuO, 4HO$.

» Ces cristaux, abandonnés, à la température ordinaire, dans leur eau-mère très fortement ammoniacale, se modifient peu à peu; ils se changent en cristaux transparents, bleu foncé et beaucoup plus volumineux, qui renferment de l'ammoniaque et contiennent $SnO^2, CuO, AzH^4O, 2HO$. Ils sont très peu solubles dans l'eau froide, qui peu à peu cependant leur enlève leur ammoniaque; les acides les dissolvent en donnant une liqueur verte qui se prend en gelée par l'action de la chaleur.

» Les stannates hydratés qui viennent d'être décrits sont insolubles dans l'eau; ils se dissolvent à froid dans les acides chlorhydrique et azotique en donnant des solutions limpides, diversement colorées par la base du sel, et qui, lorsqu'on les chauffe, se prennent en masse gélatineuse. Les cristaux soumis à l'action de la chaleur changent de couleur, perdent leur eau et avec elle leur solubilité à froid dans les acides. Le sel anhydre qui reste est attaqué à chaud par l'acide nitrique, qui enlève la base et laisse du bioxyde d'étain insoluble comme résidu. »

CHIMIE. — *Sur les bromures ammoniacaux et les oxybromures de zinc.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai préparé un certain nombre de bromures ammoniacaux et d'oxybromures de zinc, composés encore peu étudiés jusqu'ici.

» 1. *Bromures ammoniacaux.* — Dans une solution moyennement concen-

trée de bromhydrate d'ammoniaque pur (100gr de sel pour 300gr d'eau), j'ai mis en digestion, à chaud, de l'oxyde de zinc précipité. Cet oxyde ne s'y dissout qu'à l'ébullition; j'en ai saturé la liqueur et j'ai filtré. Il se dépose par refroidissement des mamelons formés d'aiguilles fines et blanches. Ce corps, séché sur du papier, m'a donné pour formule $3\,ZnBr, 3\,AzH^3, HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Br	60,52	60,37
Zn	24,63	24,52
AzH^3	12,50	12,83

» Ce corps est facilement altéré par l'eau, surtout quand elle est chaude. Chauffé dans un petit tube, il fond en dégageant un peu d'eau et du gaz ammoniac. Décomposé par l'eau bouillante, jeté sur un filtre, lavé et séché, il ne laisse comme résidu que de l'oxyde de zinc.

» Traité en tube scellé, vers 200°, avec de l'eau, il se décompose; et l'on voit sur les parois du tube des amas d'écailles très brillantes et très légères qui, séchées sur du papier et analysées, ont donné la composition d'un oxybromure ammoniacal :

$$ZnBr, 3\,ZnO, AzH^3, 5\,HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
Br	26,44	27,02
Zn	43,63	43,91
AzH^3	5,76	5,74

» Les chlorures ammoniacaux donnent lieu, comme je le dirai prochainement, à de semblables combinaisons. Rammelsberg (*Poggendorff's Annalen*, t. LV, p. 240) a obtenu une combinaison de bromure de zinc et d'ammoniaque à équivalents égaux, qu'il décrit comme anhydre; il dissolvait le bromure dans l'ammoniaque chaude et laissait refroidir après évaporation : j'ai trouvé que le corps ainsi obtenu renferme de l'eau et est voisin de la formule

$$ZnBr, AzH^3, HO.$$

J'ai constaté, de plus, qu'en dissolvant peu à peu le bromure dans l'ammoniaque non chauffée et agitant constamment, il se forme par évaporation un composé $3\,ZnBr, 4\,AzH^3, 2\,HO$.

» Si l'on fait passer un courant de gaz ammoniac dans une solution concentrée de bromure de zinc jusqu'à redissolution du précipité et qu'on

évapore le liquide, il se dépose de fines aiguilles dont la composition est

$$3\,ZnBr,\ 5\,AzH^3,\ HO.$$

» Tous ces corps sont très altérables par l'eau, surtout à chaud.

» En opérant d'une manière analogue à celle indiquée par E. Divers pour obtenir le chlorure $2\,ZnCl,\ 5\,AzH^3,\ 2\,HO$, c'est-à-dire en dissolvant le bromure de zinc dans l'ammoniaque bien refroidie, puis en faisant passer un courant de gaz ammoniac jusqu'à formation d'un précipité cristallin abondant, enfin en chauffant légèrement jusqu'à disparition du précipité et laissant déposer, j'ai obtenu de volumineux cristaux brillants qui perdent leur éclat sitôt qu'ils ne sont plus dans une atmosphère d'ammoniaque. Leur composition est analogue à celle du chlorure; cependant, ils sont anhydres. Ils fondent quand on les chauffe dans un petit tube, en ne donnant aucune trace de vapeur d'eau et en dégageant de l'ammoniaque. Leur composition est $2\,ZnBr,\ 5\,AzH^3$. Ils se recouvrent à l'air d'une pellicule blanche et exhalent une forte odeur d'ammoniaque. L'eau les décompose très facilement.

» 2. *Oxybromures.* — Ces corps, préparés par des méthodes analogues à celles qui donnent les oxychlorures, présentent pour la plupart cette particularité que le rapport du bromure à l'oxyde est comme 1 : 4, ce rapport, dans les composés correspondants du chlore, étant comme 1, 3.

» Si l'on chauffe une solution concentrée de bromure de zinc avec de l'oxyde et que l'on filtre, il se dépose par refroidissement des lamelles nacrées qui, séchées sur du papier, donnent pour composition

$$ZnBr,\ 4\,ZnO,\ 13\,HO$$

(le chlorure correspondant est amorphe). J'ai obtenu un corps de composition voisine, $ZnBr,\ 4\,ZnO,\ 19\,HO$ en précipitant le bromure de zinc dissous par une quantité insuffisante d'ammoniaque.

» Enfin, en chauffant du bromure de zinc (100^{gr}) avec 30^{gr} d'oxyde et en versant une solution concentrée de bromhydrate d'ammoniaque jusqu'à dissolution totale de l'oxyde, il s'est déposé une poudre blanche de la composition $ZnBr,\ 4\,ZnO,\ 10\,HO$, laquelle, lavée à l'eau froide jusqu'à ce que les eaux de lavage ne troublassent plus le nitrate d'argent, a donné pour formule

$$ZnBr,\ 6\,ZnO,\ 35\,HO.$$

» Ces deux derniers corps renferment un peu d'ammoniaque (2 à 3 pour 100).

» Si l'on soumet une solution concentrée de bromure de zinc mélangée d'oxyde à la température de 200° environ, en tube scellé, on obtient sur les parois du tube de petits cristaux brillants dont la composition concorde bien avec la formule Zn Br, 5 Zn O, 6HO.

	Trouvé.	Calculé.
Br..........	21,67	21,68
Zn..........	52,51	52,84 (1). »

CHIMIE. — *Sur les orthophosphates doubles de baryum et de potassium, de baryum et de sodium.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Friedel.

« Pour préparer ces phosphates doubles, qu'on n'a pas obtenus jusqu'ici, j'ai utilisé la propriété connue des silicates alcalins en solution concentrée de dissoudre l'hydrate de baryum. Un mélange de silicate de potassium et d'eau de baryte est chauffé à la température de l'ébullition, puis additionné d'une solution de silicate de potassium contenant une certaine quantité de phosphate de potassium en dissolution. Après refroidissement du liquide, on recueille de jolis cristaux cubiques. Ils se dissolvent facilement dans l'acide chlorhydrique étendu en laissant un résidu de silice, dont la quantité totale s'élève à 1 pour 100 environ. Si l'on considère cette petite quantité de silice comme impureté, les nombres fournis par l'analyse correspondent à la formule simple $KBaPO^4 + 10H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.	
BaO..................	34,0	35,1	
K^2O..................	10,4	9,1	(par différence)
P^2O^5..................	15,7	16,5	
H^2O..................	39,9	39,3	
	100,0	100,0	

» L'orthophosphate de baryum et de sodium s'obtient par un procédé analogue à celui que je viens de décrire, en substituant le silicate de sodium

(1) Travail fait au Laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

et le phosphate de sodium aux sels correspondants de potassium. Il cristallise en tétraèdres réguliers. Les cristaux contiennent toujours une quantité variable de silice, qui s'élève à 2 pour 100 environ, et, si l'on considère cette silice comme impureté, on a les nombres suivants, qui conduisent à la formule $NaBaPO^4 + 10H^2O$:

Matière calcinée.

	Calculé.	Trouvé.	
BaO......	60,0	60,7	
Na^2O.....	12,2	13,1	(par diff.)
P^2O^5.....	27,8	26,2	
	100,0	100,0	

Matière non calcinée.

	Calculé.	Trouvé.
H^2O......	41,4	40,7

» La formation de ces phosphates cristallisés s'explique par l'action lente des phosphates alcalins dans le liquide visqueux sur les silicates doubles qui se forment en ajoutant de l'eau de baryte aux solutions des silicates alcalins. En substituant les alcalis caustiques aux silicates alcalins dans les opérations précédentes, je n'obtiens qu'un précipité amorphe. »

CHIMIE. — *Sur le sélénite chromique.* Note de M. **Ch. Taquet.**

« En traitant à l'ébullition le chlorure chromique par le sélénite de potasse, j'ai obtenu un volumineux précipité vert pâle. J'ai séparé ce précipité par filtration, lavé à l'eau, puis séché au bain de sable à environ 120°. Ce précipité présentait, après dessiccation, l'aspect d'une masse gris verdâtre.

» L'analyse m'a fourni les résultats suivants :

	Pour 100.
SeO^2.......................	68,29
Cr^2O^3.......................	31,40
	99,69

» Ce corps répondait donc à la formule $Cr^2O^3, 3SeO^2$. Il est soluble dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud, insoluble ou très peu soluble dans l'eau, un peu soluble à l'ébullition dans un excès de SeO^2 [1].

» Le sélénite correspondant à la formule $Cr^2O^3, 3SeO^2$ est décomposable au rouge en Cr^2O^3 et SeO^2.

[1] Il se forme probablement dans ce cas un sélénite acide que je n'ai pu obtenir. J'espère cependant, dans quelque temps, envoyer à l'Académie un échantillon de bisélénite cristallisé.

» La liqueur verte séparée de ce précipité était parfaitement liquide. Le lendemain, cette liqueur était trouble ; le précipité était de même apparence que celui que j'avais obtenu en premier lieu. Je lui appliquai le même traitement et j'obtins également les mêmes résultats. Au bout de cinq à six heures, la liqueur séparée de ce nouveau précipité se troubla de nouveau et laissa déposer le même précipité.

» Voici, d'après mes recherches, ce qui s'était passé :

» Le chlorure chromique que j'avais employé contenait un excès d'acide chlorhydrique libre. Il se serait donc produit, outre le sélénite neutre insoluble, du sélénite acide soluble, d'après l'équation

$$\begin{aligned}&9(KOSeO^2) + 3(Cr^2Cl^3) + 3HCl\\&\quad = 9(KCl) + Cr^2O^3, 3SeO^2 + Cr^2O^3, 6SeO^2 + Cr^2Cl^3 + 3HO.\end{aligned}$$

» Ce sélénite acide, se décomposant en présence du chlorure chromique, aurait donné naissance à du sélénite neutre, d'après la formule

$$Cr^2O^3, 6SeO^2 + Cr^2Cl^3 + 3HO = (Cr^2O^3, 3SeO^2)^2 + 3HCl.$$

» On pourrait se demander pourquoi le sélénite acide de chrome, en présence du chlorure, ne donnerait pas immédiatement du sélénite neutre. Je pense qu'il se forme en effet du sélénite neutre, mais que celui-ci est immédiatement décomposé à l'ébullition par l'acide chlorhydrique en excès, comme le montre la première équation (¹). »

CHIMIE. — *Sur les tensions de vapeur des sulfhydrates d'éthylamine et de diéthylamine.* Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« L'étude des tensions de vapeur du cyanhydrate d'ammoniaque, que j'ai publiée l'année dernière (²), ayant montré que la tension de vapeur du cyanhydrate d'ammoniaque, en présence d'un excès d'acide cyanhydrique liquide, était la même que celle de l'acide cyanhydrique, à toute température, malgré la présence, dans cette vapeur, du gaz ammoniac libre ou combiné, j'ai cherché si cette loi était générale. Je me suis adressé pour cela à des sulfhydrates formés par l'union de l'acide sulfhydrique avec une base liquide à la température ordinaire, ayant une tension de vapeur

(¹) On peut également obtenir le sélénite chromique en faisant digérer l'hydrate de sesquioxyde de chrome dans l'acide sélénieux.

(²) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 958.

suffisante et donnant des sulfhydrates possédant, eux aussi, une force élastique maximum notable à cette même température. Les sulfhydrates de diéthylamine et d'éthylamine remplissent ces diverses conditions.

» *Sulfhydrate de diéthylamine.* — J'ai préparé le sulfhydrate de diéthylamine par la combinaison directe, dans des tubes barométriques, de l'acide et de la base : la combinaison donne immédiatement, même en présence d'un excès de diéthylamine, le sulfhydrate blanc cristallisé. La tension maximum de vapeur de ce composé est de 150^{mm} vers $10°$ et va en croissant à la manière ordinaire avec la température. Dans les mêmes conditions, la diéthylamine possède seulement une tension de 120^{mm}, et le sulfhydrate solide, en présence d'un excès de diéthylamine, donne la même tension de 120^{mm}. Cette égalité a persisté invariablement à toutes les températures, entre $6°$ et $22°$, quelles que fussent les quantités relatives de sulfhydrate solide et de base liquide. La loi est donc la même que pour le cyanhydrate et l'acide cyanhydrique; c'est un phénomène du même genre que celui étudié par Regnault pour la force élastique du mélange de deux liquides qui se dissolvent en quantité limitée sans réagir l'un sur l'autre.

» *Sulfhydrate d'éthylamine.* — J'ai opéré de la même manière avec l'acide sulfhydrique et l'éthylamine; ici les résultats sont notablement différents : les premières bulles de gaz acide sulfhydrique arrivant au contact de l'éthylamine sont de suite absorbées sans produire de sulfhydrate solide et sans que la tension considérable de l'éthylamine change. A mesure que la quantité d'acide sulfhydrique augmente, le liquide devient plus visqueux, par suite de la dissolution du sulfhydrate; si l'on arrête l'opération au moment où le dépôt solide se forme, de longues aiguilles cristallisent par refroidissement au milieu du liquide. En même temps, la tension de vapeur diminue dans ce tube quand la quantité d'acide sulfhydrique absorbé augmente : enfin, en présence d'un excès d'acide, toute la matière a cristallisé en formant un sulfhydrate solide, blanc, donnant par volatilisation dans le tube des cristaux qui ressemblent entièrement à ceux de bisulfhydrate d'ammoniaque, mais dont la tension de vapeur est seulement de 48^{mm} à $13°$. Ainsi, la force élastique, qui était de 615^{mm}, va en diminuant rapidement, sans qu'il y ait de temps d'arrêt, jusqu'à se rapprocher de 50^{mm}, alors qu'il reste encore de l'éthylamine liquide. C'est quelque chose d'analogue à ce qui arrive pour la force élastique de la vapeur d'eau, quand on ajoute à cette eau des poids croissants d'acide sulfurique ou de chlorure de calcium.

» Un excès d'acide sulfhydrique en présence du sulfhydrate solide

blanc agit à peu près suivant la loi que j'ai vérifiée pour le bisulfhydrate d'ammoniaque et le bromhydrate d'hydrogène phosphoré.

» Ainsi la tension totale, dans des cas du même genre que ceux que j'ai étudiés, mélange du composé solide et de l'élément liquide, peut bien être égale à la tension de l'élément liquide, comme pour le cyanhydrate d'ammoniaque et le sulfhydrate de diéthylamine, mais il se peut aussi que cette même tension soit bien inférieure à cette valeur : le premier cas semble se présenter pour les corps peu solubles dans le liquide composant; le second s'appliquerait aux composés très solubles dans l'élément liquide et se rapprocherait du cas des vapeurs émises par un mélange de liquides se dissolvant en très forte proportion, cas sur lequel Regnault a fait un certain nombre de recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sels formés par l'acide glycolique.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Action de l'eau sur les glycolates alcalins neutres.* — La connaissance des chaleurs de formation des glycolates à l'état dissous et à l'état solide permet de considérer l'acide glycolique comme intermédiaire entre les acides acétique et oxalique. L'étude de l'action de l'eau sur les glycolates neutres alcalins conduit aux mêmes conclusions.

» J'ai opéré sur le glycolate de soude.

» Les chaleurs de dilution de la soude étant connues ([1]), j'ai dû mesurer celles de l'acide et du sel.

» *Acide glycolique.*

Composition des liqueurs primitives.	Liqueurs finales.	Chaleurs dégagées.
		Cal
$C^4H^4O^6 + 5,5\ H^2O^2$	$C^4H^4O^6 + 110\ H^2O^2$	$-0,273$
» 11 »	»	$-0,144$
» 22 »	»	$-0,088$
» 44 »	»	$-0,045$
» 88 »	»	$-0,022$

» En désignant par n le nombre de H^2O^2 primitivement unis à l'acide, on peut représenter ces résultats par la formule

$$Q = -0,012\ \frac{1,452}{n};$$

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 401.

à partir de 18 à 20 H^2O^2, la formule $Q = -\frac{1,93}{n}$ suffit : elle représente une hyperbole équilatère.

» *Glycolate de soude.*

Composition des liqueurs primitives.	Liqueurs finales.	Chaleurs dégagées.
$C^4H^3NaO^6 + 11\ H^2O^2$	$C^4H^3NaO^6 + 220\,H^2O^2$	$-0,890$
» 22	»	$-0,626$
» 44	»	$-0,317$
» 88	»	$-0,087$
» 110	»	$-0,047$

» La formule suivante représente assez bien le phénomène

$$Q = +0,213 - \frac{33,652}{n + 19,515}.$$

» Au moyen des données précédentes et de la formule générale (¹)

$$N' - N = \Delta - (\delta + \delta'),$$

on peut calculer la chaleur dégagée dans la combinaison de l'acide et de la base concentrés. Ainsi la réaction

$(C^4H^4O^6 + 5,5H^2O^2) + (NaHO^2 + 5,5H^2O^2) = C^4H^3NaO^6 + 13H^2O^2$, dégage. $+14^{Cal},33$

» La différence entre ce nombre et celui qui correspond aux liqueurs étendues (²) est faible, comme il arrive pour les acides forts.

» II. *Influence d'un excès d'acide.* — 1° En liqueurs étendues :

		Soit pour $1^{éq}$ (³)
$C^4H^3NaO^6(1^{éq} = 4^{lit}) + 2C^4H^4O^6(1^{éq} = 2^{lit})$ dégage...	$+0^{Cal},38$	
$C^4H^3NaO^6$ » $+ C^4H^4O^6$ » ...	$+0,20$	
$C^4H^3NaO^6$ » $+\frac{1}{2}C^4H^4O^6$ » ...	$+0,14$	$+0,28$
$C^4H^3NaO^6$ » $+\frac{1}{10}C^4H^4O^6$ » ...	$+0,05$	$+0,50$

De même pour le sel ammoniacal,

$C^4H^3(AzH^4)O^6(1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^4O^6(1^{éq} = 2^{lit})$, dégage... $+0^{Cal},21$

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 55, et t. II, p. 196 et suiv.

(²) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 582.

(³) En présence d'une petite quantité de l'un des composants, l'action tend à lui devenir proportionnelle. *Voir* le Mémoire de M. Berthelot *Sur les sels des acides gras* (*Ann. de Chim.*, 5ᵉ série, t. VI, p. 325).

» 2° En liqueurs concentrées :

	Cal
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + \frac{1}{2}C^4H^4O^6, 11H^2O^2$, dégage	+ 0,286
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	− 1,107
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + C^4H^4O^6, 11H^2O^2$, dégage	+ 0,464
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	− 1,334
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + 2C^4H^4O^6, 11H^2O^2$, dégage	+ 0,668
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	− 1,538

» Ces nombres prouvent que l'acide glycolique peut former des glycolates acides, même en liqueurs très étendues.

» III. *Influence d'un excès de base.* — 1° En liqueurs étendues :

			Cal	Soit pour 1éq.
$C^4H^3NaO^6(1^{éq} = 4^{lit})$	$+ 2NaO(1^{éq} = 2^{lit})$	dégage	+1,01	
$C^4H^3NaO^6$ »	$+ NaO$	»	+0,78	
$C^4H^3NaO^6$ »	$+ \frac{1}{2}NaO$	»	+0,56	+1,12
$C^4H^3NaO^6$ »	$+ \frac{1}{10}NaO$	»	+0,38	+3,80

De même pour le sel ammoniacal

$$C^4H^3(AzH^4)O^6(1^{éq} = 4^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 2^{lit}),\ \text{dégage} \ldots\ \overset{Cal}{+0,25}$$

» 2° En liqueurs concentrées :

	Cal
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + \frac{1}{2}NaHO^2, 11H^2O^2$	+1,054
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	−1,572
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + NaHO^2, 11H^2O^2$	+1,370
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	−2,206
$C^4H^3NaO^6, 11H^2O^2 + 2NaHO^2, 11H^2O^2$	+1,697
Ce liquide étendu à $200H^2O^2$	−2,736 (1)

» Ces nombres démontrent l'existence de combinaisons formées aux dépens de la fonction alcoolique de l'acide glycolique, comme il arrive pour l'acide lactique (2).

» On voit par là que l'acide glycolique peut former avec les bases trois séries de composés :

» 1° Des sels neutres, stables en présence de l'eau;

» 2° Des sels acides décomposables en grande partie par l'eau;

---

(1) Chacun des nombres publiés dans cette Note est la moyenne de plusieurs expériences concordantes. Ils ont été déterminés entre + 8° et + 10°. On a tenu compte, dans le calcul, des densités et des chaleurs spécifiques des liquides employés.

(2) *Voir* le Mémoire de M. Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.* (4), t. XXIX, p. 319.

» 3° Des sels basiques qui sont à la fois sels neutres et alcoolates, décomposables par l'eau, comme les sels acides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une tribromhydrine aromatique.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Cahours.

« Lorsqu'on traite le paraxylène $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \right.$ par le chlore, à la température de l'ébullition, on obtient un dérivé dichloré qui, comme l'a fait voir M. Grimaux, est la dichlorhydrine d'un alcool diatomique : les deux atomes de chlore se sont placés chacun dans un groupe méthyle pour donner le corps $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CH^2Cl \\ CH^2Cl. \end{matrix} \right.$

» Le mésitylène étant la triméthylbenzine symétrique $C^6H^3 \begin{matrix} \diagup CH^3 \\ -CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$, je me suis proposé de voir si la substitution de 3^{at} de chlore ou de brome se ferait suivant la même règle, chaque atome halogène se plaçant dans un groupe méthyle différent, de telle sorte qu'on formerait, avec le brome par exemple, le tribromure $C^6H^3(CH^2Br)^3$. Un corps de cette constitution serait la tribromhydrine d'une glycérine aromatique qu'il m'a paru intéressant d'étudier, car elle serait la première glycérine connue, trois fois alcool primaire et pouvant donner, par conséquent, une aldéhyde d'un type nouveau, une trialdéhyde, dont l'acide serait l'acide trimésique décrit par M. Fittig.

» Le mésitylène, chauffé à la température de l'ébullition et additionné de 6^{at} de brome, fournit une huile noire que l'on purifie par distillation sous pression réduite : les portions qui passent entre 210° et 220° sous une pression de $0^m,01$ de mercure présentent sensiblement la composition de la tribromhydrine cherchée. Par refroidissement prolongé, une portion se solidifie en une masse blanche que l'on isole par filtration à la trompe, compression, et que l'on purifie par une ou deux cristallisations dans l'alcool bouillant. Le bromure ainsi obtenu renferme :

	Pour 100.	Théorie.
Brome..	67,60	67,25

» Il fond à 94°,5, est soluble dans l'éther, dans son poids d'alcool bouillant, très peu soluble dans l'alcool froid ; la benzine, à la température ordinaire, en dissout plus de quatre fois son poids.

» Il se saponifie par une ébullition prolongée avec trente fois son poids d'eau et donne un corps soluble dont la solution concentrée, distillée avec un excès d'acide bromhydrique, régénère le bromure primitif qui passe très difficilement avec la vapeur d'eau. J'ai l'intention de continuer l'étude de la glycérine formée dans cette réaction, mais non isolée, et de ses dérivés.

» Dans l'action du brome sur le mésitylène à la température de l'ébullition, j'ai obtenu le dérivé monobromé et le dérivé bibromé, correspondant, le premier à un alcool, le second à un glycol.

» Le dérivé monobromé $C^6H^3\left\{\begin{matrix}C^2HBr\\(CH^3)^2\end{matrix}\right.$ bout à 230° sous la pression ordinaire; il est en aiguilles blanches, très solubles dans l'éther et la benzine, fusibles à 38°, 3, facilement saponifiables par l'eau, et pique très fortement les yeux.

Analyse.

	Pour 100.		Théorie.
Carbone	54,07	»	54,27
H	5,70	»	5,53
Br	»	40,21	40,20

» Le dérivé bibromé $C^6H^3\begin{matrix}\diagup CH^3\\ -CHBr\\ \diagdown CH^2Br\end{matrix}$ a déjà été obtenu par M. Robinet; il fond à 66°, 4.

» Par ébullition avec l'eau, il se saponifie en donnant un corps très soluble, qui paraît être le glycol correspondant et que l'acide bromhydrique bouillant à 125° transforme en bromure primitif qui passe facilement avec la vapeur d'eau.

» Il est à remarquer que les points de fusion de ces trois bromures présentent une relation intéressante : en effet, le point de fusion s'élève de 28°, 1 par atome de brome substitué :

		Différence.
$C^6H^3CH^2Br(CH^3)^2$ fond à	38°,3	
		28,1
$C^6H^3(CH^2Br)^2CH^3$ »	66,4	
		28,1
$C^6H^3(CH^2Br)^3$ »	94,4	

» Le bibromure et le tribromure se déposent de leur solution alcoolique bouillante en longues aiguilles microscopiques, difficiles à distinguer au microscope simple, mais bien différentes au microscope polarisant; l'étude suivante est due à la bienveillance de MM. Fouqué et Michel Lévy.

» *Monobromure.* — Aiguilles prismatiques très allongées, très biréfrin-

gentes, à extinctions longitudinales. Le plan des axes optiques est parallèle au sens de l'allongement. La bissectrice est perpendiculaire à la face aplatie. Les axes optiques sont très écartés. Le plus grand axe d'élasticité correspond au sens de l'allongement; les cristaux sont donc monocliniques ou orthorhombiques. La fréquence des pointements rectangulaires, la constance des extinctions longitudinales portent à le rapporter plutôt au système orthorhombique.

» *Bibromure.* — Prismes très allongés, très biréfringents, extinctions sensiblement à 0°,4. Le plan des axes optiques est transversal, la bissectrice oblique par rapport à la face d'aplatissement. L'axe de l'allongement est négatif : ces cristaux sont plutôt monocliniques qu'orthorhombiques, à cause de l'obliquité des pointements.

» *Tribromure.* — Aiguilles allongées très biréfringentes. Le maximum d'extinction se fait dans la zone d'allongement : 14° environ. Les aiguilles sont constamment négatives suivant leur longueur; le plus grand axe d'élasticité est donc voisin de l'allongement : système monoclinique ou triclinique. Les images en lumière convergente ne se produisent pas dans les aiguilles couchées sur leur longueur [1]. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le mécanisme de la prise du plâtre.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La théorie de la prise du plâtre a été donnée par Lavoisier, qui l'a formulée ainsi :

« Si, après avoir enlevé au gypse son eau par le feu, on la lui rend (ce qui s'appelle communément *gâcher le plâtre*), il la reprend avec avidité, il se fait une *cristallisation* subite et irrégulière et, les petits cristaux qui se forment se *confondant* les uns avec les autres, il en résulte une masse très dure [2]. »

» Les progrès de la Science depuis le commencement du siècle n'ont fait que confirmer les idées émises par l'illustre fondateur de la Chimie moderne. S'il n'y a rien à changer à la théorie générale qu'il a donnée, on peut cependant chercher à la compléter, à serrer de plus près le phénomène, en montrant par quel mécanisme les cristaux de sulfate de chaux

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

(2) Lavoisier, *Extrait de deux Mémoires sur le gypse.* (*OEuvres complètes*, t. III, p. 106.)

hydraté se forment pendant la prise du plâtre et arrivent à se confondre en une seule masse compacte.

» La transformation directe du sulfate de chaux anhydre *solide* en sulfate hydraté cristallisé également *solide* serait une exception aux lois générales de la cristallisation. Un corps ne peut prendre la forme cristalline qu'en passant de l'état *fluide* (fondu, dissous ou gazeux) à l'état *solide*. Les molécules doivent posséder toute leur mobilité pour pouvoir se grouper suivant des formes géométriques.

» En outre, le fait de la cristallisation n'entraîne pas nécessairement la solidification de la masse entière; les cristaux pourraient rester isolés les uns des autres sans contracter aucune adhérence entre eux. Aujourd'hui on explique généralement le durcissement par l'enchevêtrement des cristaux fournis; mais cette explication est tout à fait insuffisante. Un précipité de sulfate de chaux obtenu en ajoutant de l'alcool à une solution saturée de ce sel présente le maximum d'enchevêtrement, et pourtant la masse obtenue par dessiccation de ce précipité ne possède aucune solidité. Elle est, par rapport à un morceau de plâtre ayant fait prise, ce qu'est à un morceau de bois formé par l'accolement et la soudure de fibres végétales un *feutre* formé par l'enchevêtrement des mêmes fibres.

» Je pense que l'explication de la cristallisation et du durcissement du plâtre peut se déduire très simplement de l'observation suivante, due à M. Marignac [1] : le sulfate de chaux anhydre mis au contact de l'eau donne une solution sursaturée qui laisse ensuite déposer des cristaux du même sel hydraté. Avec du plâtre cuit à 140° on obtient une dissolution renfermant jusqu'à 9^{gr} de sulfate de chaux par litre, c'est-à-dire quatre fois plus que la quantité qui peut exister normalement en dissolution.

» Ce mode de production de dissolutions sursaturées est tout à fait général; je l'ai vérifié pour un grand nombre de sels susceptibles de s'unir directement à l'eau pour donner des hydrates solides : sulfate de soude, carbonate de soude, phosphate de soude, etc., sels qui ont tous aussi, comme on le sait, la propriété de faire prise quand ils sont mêlés à une petite quantité d'eau. On sait que les hydrates au contraire ne donnent jamais directement de dissolutions sursaturées.

» La cause de la production de dissolutions sursaturées par l'action de l'eau sur un sel anhydre ne peut être cherchée dans l'élévation de tempéra-

---

(1) MARIGNAC, *Solubilité du sulfate de chaux* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. I, p. 279; 1874).

ture résultant de l'hydratation. Cette explication, suffisante à la rigueur pour le carbonate de soude et les sels analogues, se trouve complètement en défaut pour le sulfate de chaux, dont la solubilité est sensiblement indépendante de la température. Ce phénomène me paraît devoir être classé à côté des réactions par entraînements que provoquent si fréquemment les combinaisons exothermiques.

» Les faits que je viens de rapporter me paraissent conduire, pour la prise du plâtre et des autres sels analogues, à la théorie suivante. Cette prise est le résultat de deux phénomènes bien distincts, quoique simultanés. D'une part, les parcelles de sulfate de chaux anhydre, gâchées avec de l'eau, se dissolvent en s'hydratant et produisent une dissolution sursaturée; d'autre part, cette même dissolution sursaturée laisse en même temps déposer de différents côtés des cristaux de sulfate hydraté. Ceux-ci vont en augmentant peu à peu de volume et se soudent les uns aux autres, comme le font tous les cristaux qui se déposent lentement d'une dissolution saline. Cette cristallisation progressive continue aussi longtemps qu'il reste du sel anhydre pour se dissoudre et entretenir la sursaturation de la liqueur (1).

» Cette théorie rend très aisément compte d'un grand nombre de particularités que présentent la fabrication et l'emploi du plâtre.

» La température de 140°, reconnue la meilleure pour la cuisson du plâtre, ne suffit pourtant pas dans la pratique, comme l'a montré M. Landrin (2), pour amener sa déshydratation complète, condition évidemment défavorable pour la prise; mais, d'après les expériences de M. Marignac, le plâtre cuit à 140° est précisément celui qui produit les dissolutions les plus fortement sursaturées. C'est à cela qu'il doit de donner, malgré une déshydratation incomplète, les meilleurs résultats dans la pratique.

» L'addition d'une petite quantité d'acide sulfurique ou de chlorure de sodium à l'eau qui sert à gâcher le plâtre favorise sa prise. Ces corps augmentent, en effet, la proportion de sulfate de chaux qui peut exister en dissolution sursaturée. Ils donnent naissance à du bisulfate de chaux, du

---

(1) Je dois rappeler ici que M. Landrin a déjà invoqué la sursaturation comme cause de la prise du plâtre; mais il l'attribue *exclusivement* à l'évaporation partielle de la solution *saturée* formée au début. Dans ces conditions, la sursaturation ne peut expliquer au plus que la cristallisation et la prise de la millième partie du plâtre employé, et elle n'explique plus rien quand on laisse le plâtre faire prise sous l'eau.

(2) *Comptes rendus*, 14 septembre 1874.

chlorure de calcium, dont la proportion est déterminée par les lois générales des équilibres chimiques. L'augmentation par sursaturation de la quantité de sulfate de chaux dissous entraînera nécessairement la formation d'une plus grande quantité de ces sels solubles. Ceux-ci régénéreront ensuite des quantités correspondantes de sulfate de chaux.

» La production de dissolutions sursaturées pendant la prise des sels anhydres se manifeste d'une façon bien nette avec les sels très solubles, comme le sulfate, le carbonate de soude. En employant ces sels fondus et concassés en fragments de la grosseur d'un pois, la prise commence toujours par la partie inférieure, où vont se réunir, par suite de leur plus grande densité, les portions de la dissolution les plus fortement sursaturées. On peut rendre l'expérience plus frappante encore en plaçant le sel sur une toile métallique fixée à mi-hauteur dans un tube en verre rempli d'eau. On voit la cristallisation, c'est-à-dire la prise, se faire au fond du tube à plusieurs centimètres au-dessous du sel anhydre.

» Cette théorie s'applique à la prise de tous les mortiers; il en résulte, contrairement aux idées généralement admises, que les seuls composés pouvant jouer un rôle utile pendant la prise doivent nécessairement être solubles. Il en serait ainsi notamment pour les principaux corps qui prennent naissance pendant le durcissement des ciments et des chaux hydrauliques. La solubilité de la chaux est connue depuis longtemps : j'ai reconnu celle de l'aluminate ([1]) de chaux et j'espère pouvoir prouver bientôt que le silicate de chaux aussi est soluble, ou plus exactement que la silice et la chaux peuvent exister simultanément pendant un certain temps dans une même dissolution. »

GÉOLOGIE. — *Le manganèse dans les eaux des mers actuelles et dans certains de leurs dépôts; conséquence relative à la craie blanche de la période secondaire.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« M. le capitaine Gadais, du port de Marseille, m'a rapporté de l'eau de mer prise, de degré en degré, depuis New-York jusqu'à Marseille. Il m'a suffi de laisser un mois les bouteilles en repos, même sans les déboucher, puis de les vider et, dans la bouteille vide, de mettre quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique, que j'ai promené sur tout l'intérieur du verre, pour obtenir un liquide abandonnant par évaporation un résidu ferrugi-

([1]) *Comptes rendus*, 27 mars 1882.

neux, exceptionnellement riche en manganèse. Des eaux de la mer des Indes, de la mer Rouge, de la partie orientale de la Méditerranée, qui m'ont été rapportées par M. le mécanicien Ragot, m'ont donné exactement les mêmes résultats.

» Le manganèse, se séparant spontanément avec le fer, ne peut exister dans les eaux des mers qu'à l'état de carbonate de protoxyde et y être dissous à la faveur d'un excès d'acide carbonique. A la surface des mers, au contact de l'atmosphère, les échanges gazeux, si complètement étudiés par M. Schlœsing, s'effectuent, et l'un de leurs résultats est de faire perdre au carbonate de manganèse dissous son excès d'acide carbonique ; le protoxyde de manganèse, commençant alors à passer à un état d'oxydation plus avancé, devient insoluble et se précipite. Le manganèse existant en dissolution dans les eaux de toutes les mers, il faut se représenter la surface actuelle des Océans laissant précipiter partout des quantités de fer et de manganèse, très minimes sans doute pour chaque point, mais en réalité énormes, puisque cette précipitation est permanente. Là où les mers sont peu profondes, ces précipités métallifères sont entraînés et perdus dans les vases; mais il en est autrement dans les mers profondes, ou plus exactement dans les parties de mers (profondes ou non) qui ne reçoivent que peu ou point de matières en suspension : là le manganèse devient abondant sur les fonds. Cette conclusion est déjà en partie vérifiée par les résultats fournis par les sondages profonds. On sait, en effet, que tous ces grands sondages ont ramené des espèces de tubes incrustés d'oxyde de manganèse et même de véritables concrétions de cette substance. On ne les a rencontrées qu'à des profondeurs assez considérables. D'un autre côté, je viens, grâce à l'obligeance de mon collègue M. Marion, de pouvoir examiner la question au point de vue chimique absolu; M. Marion, en effet, m'a remis, en quantité suffisante, des boues provenant d'une profondeur moyenne de 700^{m} et ramenées par un sondage du *Travailleur* à quarante milles au sud de Marseille. Ces boues sont si riches en manganèse que, sans avoir subi aucun traitement, elles colorent d'une manière très accusée le carbonate de soude dans la réaction classique du chalumeau.

» Le résultat précédent est d'un haut intérêt, surtout par les conséquences qu'il entraîne; en effet, pour expliquer l'origine des concrétions de manganèse rencontrées à une certaine profondeur dans toutes les mers, on a admis que ce manganèse avait une origine volcanique ou, même, était apporté par des sources venant déboucher au fond des mers : cette dernière explication est en particulier celle qu'admet M. Gümbel. Or ce fait de l'ac-

cumulation du manganèse dans les boues de la Méditerranée, au sud de Marseille, écarte, pour cette substance, toute idée d'origine volcanique, directe ou indirecte. D'un autre côté, les faits qui viennent d'être établis entraînent une conséquence géologique d'une haute portée, que je me suis hâté de vérifier. On sait que les grands sondages anglais ont révélé ce fait, aussi remarquable qu'inattendu, que dans les profondeurs de l'océan Atlantique il se dépose, encore aujourd'hui, une craie identique à celle du bassin de Paris. On a tiré de ce fait cette conséquence, que la craie serait un produit de mers profondes. Cette conclusion est loin d'être exacte; telle qu'elle est présentée même, elle constitue une erreur complète.

» En effet, le carbonate de chaux qui forme la craie ne se précipite que dans les couches très supérieures ou même superficielles des mers, au contact de l'atmosphère, et tombe ensuite au fond sous l'action seule de la pesanteur; d'un autre côté, cette formation s'effectue avec une lenteur excessive, puisque les dents de poissons retirées de l'Atlantique avec cette craie appartiennent à des espèces miocènes. Ceci étant, la seule condition nécessaire pour que la craie se forme avec ses caractères chimiques, microscopiques et pétrographiques si spéciaux, est qu'elle se forme seule, c'est-à-dire que, dans les régions crayeuses des mers, il ne soit arrivé pendant de longs siècles que de très faibles apports à l'état de suspension. Le rôle de la profondeur devient dès lors, par lui-même, au point de vue de la formation de la craie, absolument nul. On a vu plus haut que cette condition était précisément celle qui correspondait à la plus grande concentration du manganèse dans les dépôts marins de la période actuelle; d'où cette conséquence, que la craie doit être relativement riche en manganèse. J'ai soumis cette conclusion au contrôle de la vérification chimique: elle s'est trouvée absolument vérifiée, sur cinquante-six échantillons de craie blanche provenant des localités suivantes :

Montereau, 15; Le Herelle (Oise), 5; Hardivilliers (Oise), 10; Tartigny (Oise), 12; La Galoise (Somme), 8; Étaples (Pas-de-Calais), 6.

» Laissant de côté la série des approximations que j'ai exécutées, j'arrive au résultat final. En traitant 0,5 de craie par les procédés ordinaires, on en retire une quantité de manganèse suffisante pour obtenir le spectre du manganèse pendant plus d'une minute; un autre produit obtenu aussi en partant de 0,5 de craie a donné, de la façon la plus accentuée, la coloration verte de la soude dans l'essai classique du chalumeau. Pour avoir un point de comparaison, j'ai recherché le manganèse dans vingt-

huit marbres colorés des Pyrénées et dans dix-sept de l'Italie; le résultat a été que la craie du bassin de Paris renferme une quantité de manganèse *plus de cinquante fois* supérieure à celle qui existe, en moyenne, dans les marbres calcaires colorés des Pyrénées et de l'Italie.

» Mes expériences ayant porté sur des échantillons de craie empruntés à toute la largeur du bassin de Paris, le fait reconnu pour le manganèse est vrai pour tout le bassin. En est-il de même pour la craie de tous les pays? C'est une question qui mérite d'être résolue, et elle le sera d'autant plus vite et d'autant plus facilement que, pour arriver à ce résultat, il suffit d'un essai chimique aussi rapide qu'élémentaire. Si, comme j'en ai la conviction, le fait signalé pour le bassin de Paris est reconnu général, il faudra cesser de faire appel aux sources intérieures, venant des profondeurs du globe, pour expliquer l'origine du manganèse existant dans les dépôts des mers actuelles et dans certains terrains sédimentaires. Cette hypothèse, qui au fond n'explique rien, sera remplacée par une conception générale dont toutes les parties sont vérifiables : *la séparation du manganèse des eaux des mers sous l'influence seule des réactions chimiques ordinaires*, etc., point capital établi récemment par M. Berthelot, *réactions qui sont en conformité complète avec les grandes lois de la Thermochimie.* »

ZOOLOGIE. — *Sur la Lamproie marine.* Note de M. L. **Ferry**, présentée par M. E. Blanchard.

« La Lamproie qui fait l'objet de cette Note habite ordinairement la mer, mais elle remonte les fleuves et les rivières au commencement du printemps pour y pondre ses œufs et retourne ensuite dans les eaux salées. Elle fait son apparition dans l'Allier dès les premiers jours du mois d'avril et redescend vers la Loire et la mer au mois de juillet.

» La longueur des Lamproies qui fréquentent la rivière de l'Allier varie de $0^{m},55$ à $0^{m},60$; nous en avons même une entre les mains qui mesure $0^{m},70$ de la pointe du museau à l'origine de la caudale; sa grosseur au milieu est de $0^{m},15$ de circonférence et de $0^{mm},168$ au droit des branchies.

» Nous avons été témoin d'un fait qui nous semble jeter un jour tout nouveau sur les mœurs de ce poisson. Dans les premiers jours du mois de juin 1874, un garde ayant pris dans l'Allier une Lamproie dont la bouche était collée à un bateau près de Moulins, l'ouvrit, la dépouilla et plaça les œufs dans une grande terrine. Il pleuvait et le plat fut bientôt rempli d'eau. Vingt jours après environ, l'éclosion des œufs était complète : nous

prîmes quelques-unes de ces petites Lamproies, mais elles périrent le lendemain.

» Il ressort de ce fait que les œufs pris dans le ventre de la Lamproie étaient déjà fécondés et avaient dû l'être dans l'intérieur de l'animal. On avait admis jusqu'à ce jour que, chez les Lamproies, la fécondation avait lieu comme chez les autres poissons, c'est-à-dire que le mâle répandait sa laitance sur les œufs déjà pondus par la femelle. Les rapports entre mâles et femelles sont beaucoup plus intimes, et la fécondation doit se produire au moment où ils ont la bouche collée sur le même rocher ou le même arbre; on les trouve quelquefois dans cette position par groupes et il est facile de les prendre, car ils demeurent fixés et entrelacés quelque bruit que l'on fasse sur la rive.

» Les œufs sont libres dans la Lamproie; c'est à l'époque de leur maturité, et par conséquent peu de temps après leur fécondation, qu'ils sont pondus.

» La Lamproie observée avait été prise pendant la très courte période qui sépare la fécondation de la ponte; on conçoit dès lors qu'il soit assez difficile de se procurer une femelle remplissant ces conditions: aussi ne nous a-t-il pas été donné de renouveler cette expérience.

» La fécondation des œufs par accouplement n'est pas spéciale à la Lamproie; on la retrouve parmi quelques poissons osseux : les Blennies et les Silures, et surtout parmi des Cartilagineux, tels que les Raies et les Squales; toutefois, dans les Blennies, les Raies et les Squales, la ponte ne s'effectue pas comme chez la Lamproie : l'œuf fécondé se développe dans l'intérieur de la mère et le petit en sort vivant. Chez les Silures, les œufs sont pondus aussitôt formés, mais restent attachés sous le ventre ou sous la queue de la mère, et c'est alors que la fécondation a lieu. Chez tous ces poissons, le nombre des œufs est très restreint, à raison même du développement qu'ils doivent atteindre, tandis que chez la Lamproie le nombre en est très considérable, puisqu'ils ne dépassent guère, lors de la ponte, la grosseur d'une graine de pavot et que l'ovaire garnit la presque totalité de la longueur du ventre de la Lamproie.

» A. Müller, de Berlin (*Annales des Sciences naturelles*, 1856, t. V, p. 375), dans une étude sur la Picka et le Glaner, a bien remarqué une espèce d'accouplement, mais il admet la fécondation des œufs à leur sortie du ventre de la femelle.

» La ponte est terminée à la fin du mois de juin ou au commencement de juillet, et les Lamproies regagnent la mer; toutefois beaucoup d'entre

elles meurent par suite des fatigues qu'elles ont éprouvées; on les trouve en assez grand nombre sur les grèves, l'épine dorsale desséchée et présentant au toucher la forme et la consistance d'une corde raide et dure. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Appareil hyoïdien des animaux vertébrés.* Note de M. A. **Lavocat.**

« Les zoologistes sont loin de s'accorder sur la véritable signification de l'appareil hyoïdien : pour les uns, il doit être rattaché, en partie, au segment pariétal de la tête, et, en partie, à la section occipitale; pour d'autres, il n'appartient pas au squelette. En réalité, il constitue l'arc inférieur du segment occipital.

» Appendu sous le crâne, en arrière du maxillaire inférieur, l'hyoïde est principalement destiné à soutenir les organes respiratoires. En outre, il concourt aux mouvements de la déglutition, par ses connexions avec le pharynx et la base de la langue, ainsi que par les muscles de ces parties auxquels il donne attache.

» Au point de vue de sa construction, cet appareil a été l'objet de nombreuses dissidences, s'éloignant plus ou moins de la vérité.

» Dans la série des Vertébrés, l'hyoïde se développe graduellement, et, lorsqu'il est complet, il est formé de deux branches latérales, composées chacune de quatre pièces, disposées bout à bout, reliées entre elles par du cartilage et réunies inférieurement par un corps ou pièce médiane.

» Examinées de haut en bas, ces pièces peuvent être désignées ainsi qu'il suit :

1° Épi-styloïde	(*Arthro-hyal*)	de Geoffroy Saint-Hilaire.
2° Styloïde	(*Stylo-hyal*)	
3° Hypo-styloïde	(*Cérato-hyal*)	
4° Épi-hyal	(*Apo-hyal*)	
5° Basi-hyal	(*Basi-hyal*)	

» Au corps de l'hyoïde sont annexées des pièces qui ne lui appartiennent pas : c'est ainsi qu'il porte, en avant, la *pièce linguale* et, en arrière, une ou deux tiges, dites *cornes laryngées,* vestiges plus ou moins effacés des arcs branchiaux.

» D'abord rudimentaire et cartilagineux dans les Poissons inférieurs, ainsi que dans les premiers amphibiens, l'hyoïde acquiert bientôt sa construction complète.

» Chez les Poissons osseux, il est en avant des arcs branchiaux, qu'il

concourt à recouvrir. En outre, il partage l'organisation de ces arcs, dont il est homotype : comme chacun d'eux, il est formé d'une paire de branches réunies inférieurement par un corps ou pièce médiane ; chacune de ces branches se compose de quatre articles, disposés bout à bout, et l'un d'eux porte, en arrière, des rayons branchiostèges.

» Il en est à peu près de même chez les Amphibiens; mais les arcs branchiaux ne sont plus de nature squelettique : ce sont des tiges cartilagineuses, qui se relient au basihyal et soutiennent les replis de la membrane respiratoire. Chez les Amphibiens, dont les branchies ne sont que temporaires, à mesure que la respiration pulmonaire s'établit, ces appendices, peu à peu résorbés, se réduisent à une tige, simple ou double, annexée aux basihyal et appliquée au devant du larynx. Tels sont les vestiges branchiaux qui persistent et se reproduisent par hérédité, chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères, où ils constituent les *cornes laryngées* de l'hyoïde.

» Dans les Reptiles, l'appareil hyoïdien présente des variétés progressives : peu développé chez les Ophidiens, mieux constitué dans les Lézards, il complète son évolution dans les Tortues et les Crocodiles. Les traces branchiales, héréditaires dans les Lézards et les Tortues, sont en deux paires fixées au basihyal, l'une en avant et l'autre en arrière des branches de suspension. Mais, chez les Crocodiles, la paire postérieure persiste seule, sous forme de tige cartilagineuse, médiane et appliquée sous le larynx.

» Chez les Oiseaux, l'hyoïde rappelle celui des Lézards, par ses branches minces et allongées, ainsi que par son corps généralement étroit; mais, comme dans les Crocodiles, les vestiges branchiaux postérieurs existent seuls et forment une tige médiane, qui s'applique au devant de la trachée.

» Enfin, l'appareil hyoïdien des Mammifères est surtout remarquable, dans les variétés qu'il présente, par le balancement organique établi entre les branches et le corps : ainsi, le basihyal, osseux et plus ou moins épais, est suspendu par des branches faibles et fibreuses dans les Rongeurs, en partie fibreuses ou cartilagineuses chez les Édentés, les Suidés et les Singes, ainsi que chez l'Homme. Cet imparfait développement des branches de suspension est, du reste, analogue à ce qu'on observe dans les Lézards et les Oiseaux.

» Ces branches sont, au contraire, longues et fortes dans les Chevaux et les Ruminants; très régulières chez les Carnassiers, elles peuvent être prises pour types de construction : en effet, leurs quatre pièces sont bien distinctes, cylindroïdes et presque égales en longueur.

» Quant au basihyal, il est d'ordinaire allongé transversalement et plus ou moins arqué en arrière. Son appendice antérieur ou *lingual*, très saillant dans les Chevaux, se réduit généralement à un tubercule ou à de simples rugosités.

» En arrière et de chaque côté, le basihyal est prolongé par la *corne laryngée*, qui aboutit et se fixe au cartilage thyroïde du larynx; disposition évidemment analogue à celle de ces mêmes traces branchiales chez les Crocodiles et les Oiseaux.

» De cet examen comparatif, il résulte que l'appareil hyoïdien des Vertébrés présente, à tous les points de vue, une incontestable conformité : sa position, ses rapports et ses fonctions sont presque identiques dans toute la série. Sa construction est également uniforme; elle ne varie en apparence que par des états plus ou moins marqués du développement, ou par suite de soudures produites avec l'âge des sujets. »

ZOOLOGIE. — *Sur des* Eudiocrinus *de l'Atlantique et sur la nature de la faune des grandes profondeurs*. Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« D'après M. Herbert Carpenter, les expéditions du *Challenger* et du *Blake* vont porter à quatre cents environ le nombre des espèces de Comatulides. L'homogénéité est telle dans cette famille que presque toutes les espèces se répartissent entre les deux genres *Antedon* et *Actinometra*. Des trois autres genres qui complètent la famille, deux, les genres *Promachocrinus* et *Atelecrinus*, ne comprennent chacun que trois espèces; le troisième, le genre *Eudiocrinus* (*Ophiocrinus* de Semper) n'en contient que quatre, toutes de l'océan Pacifique. Aux quatre espèces d'*Eudiocrinus* connues, les dragages du *Travailleur* viennent d'en ajouter une cinquième, qui appartient, cette fois, à l'océan Atlantique, et que nous proposerons, en conséquence, de nommer *Eudiocrinus atlanticus*; elle provient d'une profondeur de 896^m et a été draguée, le 16 août 1881, dans le golfe de Gascogne.

» Tandis que toutes les autres Comatules ont au moins dix bras, que ce caractère se retrouve même chez les *Pentacrinus*, les *Eudiocrinus* n'ont que cinq bras. Chez l'*Eudiocrinus atlanticus*, ces bras sont très allongés, ne diminuent que très lentement de diamètre et portent des pinnules longues et grêles, sur lesquelles se développent, comme d'habitude, les glandes génitales. La première syzygie se trouve entre la quatrième et la cinquième

pièce des bras; c'est la cinquième qui porte la première pinnule; la place de la première syzygie distingue l'*Eudiocrinus atlanticus* de l'*E. indivisus*, Semper; celle de la première pinnule la distingue des trois autres espèces. L'*E. atlanticus* se distingue également de ces dernières espèces par le nombre et la grandeur des organes, si répandus chez les Crinoïdes, nommés *corps sphériques* ou *saccules*. Les saccules manquent aux *E. japonicus* et *Semperi*; ils sont petits et rares chez l'*E. varians*. La plaque centrodorsale est assez petite, hémisphérique; elle porte, disposés sur deux rangs, une trentaine de cirrhes grêles, allongés, formés chacun de quinze articles dont le dernier est légèrement recourbé en un très petit crochet. La deuxième syzygie se trouve entre la neuvième et la dixième pièce brachiale; les autres se montrent à des intervalles de quatre ou cinq pièces les unes des autres; les pièces brachiales portent alternativement les pinnules à droite et à gauche, sauf dans le cas de syzygie, où la pièce supérieure de la syzygie en est seule pourvue. Toute la face supérieure des bras est occupée, dans l'étendue entière de sa longueur, par de puissantes masses musculaires qui s'insèrent sur des crêtes transversales traversant toute la largeur des plaques de deux en deux. Les plaques brachiales sont alternativement amincies en forme de coin à droite et à gauche; les pièces des pinnules sont au contraire cylindriques et à peine élargies à leur extrémité supérieure; la première est mobile sur la pièce brachiale qui la supporte, la seconde sur la première; mais toutes les autres sont à peu près fixes, ce qui fait que la pinnule est toujours rectiligne. Il n'existe également entre les longues pièces des cirrhes dorsaux que de très faibles coussinets charnus, et les cirrhes, dans la plupart des échantillons, se montrent étendus en ligne droite et rassemblés dans une attitude qui rappelle celle que certaines araignées donnent fréquemment à leurs pattes.

» L'*E. atlanticus* est, au point de vue de la locomotion, une intéressante modification du type Comatule; il ne peut, en effet, se fixer solidement aux corps étrangers, comme le font les autres animaux du même groupe, et il est probable qu'il repose le plus souvent les bras et les cirrhes étendus sur le limon de l'Océan, n'ayant à craindre, dans les profondeurs où il vit, ni les vagues ni les courants; mais les masses musculaires de ses bras indiquent qu'il doit être aussi un habile nageur. La plupart des *Antedon*, et surtout les *Actinometra*, sont au contraire organisés pour s'accrocher solidement aux corps sous-marins et nagent peu.

» Les espèces jusqu'ici connues d'*Eudiocrinus* ne sont représentées que par deux ou trois échantillons. Le *Travailleur* a ramené, au contraire, une

quinzaine d'exemplaires d'*E. atlanticus;* malheureusement la plupart sont brisés et leurs parties molles ont été tellement détériorées que nous n'avons pu trouver que trois individus possédant encore leur masse viscérale intacte. Cette masse est, comme le disque, extrêmement petite, proportionnellement à la longueur des bras, qui atteignent 12^{cm} de long, le disque n'ayant pas plus de 5^{mm} de diamètre, et les cirrhes ont de 15 à 20^{mm}.

» Il résulte de ce que nous venons de dire que, malgré la simplicité de leurs bras, les *Eudiocrinus,* loin d'être un type primitif de Comatules, représentent, au contraire, un type notablement modifié. Ceci nous conduit à une remarque générale. Si l'on considère les principaux types zoologiques, on reconnaît que les diverses formes qu'ils comprennent peuvent se rattacher, dans chaque type, à un groupe de formes simples dont toutes les autres seraient dérivées, ces formes simples formant par bourgeonnement des colonies dont les diverses parties se seraient ensuite modifiées et solidarisées (¹). Dans le type des Spongiaires, ces formes simples se trouvent seulement dans le groupe des Éponges calcaires; dans le type des Cœlentérés, ce sont les Polypes hydraires; dans le type des Arthropodes, ce sont les Crustacés inférieurs qui s'éloignent le moins de la forme du Nauplius; enfin les Vers annelés peuvent être considérés comme le point de départ d'un groupe auquel se rattacheraient les Brachiopodes, les Mollusques et même les Vertébrés. Les représentants de ces formes simples sont tous extrêmement rares et très peu nombreux en espèces dans les régions profondes de la mer, tandis qu'ils sont très communs et très variés dans les zones voisines du littoral. Il y a plus, si nous considérons chaque classe isolément, ce sont très souvent les représentants les plus modifiés de la classe, ceux qui appartiennent aux ordres relativement les plus récents qu'on trouve le plus fréquemment dans les grandes profondeurs.

» Les Éponges sont ces Eponges siliceuses compliquées du groupe des *Hexactinellidæ* qui n'ont commencé à florir qu'à l'époque secondaire; les Coralliaires sont des Madréporaires solitaires, ou des Alcyonnaires, notamment des Pennatulides, qui sont autant de types aberrants; les Crinoïdes sont des Apiocrinoïdes aberrants, des Pentacrines ou des Comatules modifiées; les Stellérides, sauf les Brisinga, sont des *Goniasteridæ* ou des *Astropectinidæ* et sont très éloignés des formes primitives des Etoiles de mer; les Oursins Spatangoïdes et les Oursins à test flexible dominent de beaucoup sur les Oursins réguliers qui sont les plus anciens; les Holo-

(¹) Voir *Les Colonies animales,* par M. Edmond Perrier.

thuries sont surtout des Holothuries pourvues d'une sole ventrale et à symétrie bilatérale aussi marquée que celle d'un Ver; les Crustacés décapodes sont les plus nombreux, et, parmi les Mollusques, les formes les plus anciennes, celles des Céphalopodes et des Ptéropodes, manquent jusqu'ici presque totalement. Toutes ces formes sont abondamment représentées dans les zones peu profondes ou à la surface de la mer. La conclusion qui se dégage de ces faits, c'est que la faune abyssale est, au moins en grande partie, une faune descendue des régions littorales ou peu profondes et acclimatée dans les grands fonds. Les conditions d'existence devenant de plus en plus constantes ou même totalement uniformes dans les régions profondes, les espèces de provenances les plus diverses, une fois une certaine zone atteinte, ont pu se répandre partout; on s'explique ainsi tout à la fois que la faune des grandes profondeurs présente une composition très constante dans toutes les régions du globe, en même temps que des espèces variées dont les analogues se retrouvent tantôt dans les régions des parties sublittorales froides du globe, tantôt dans les régions sublittorales des mers les plus chaudes. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Exogone (Exotokas, *Ehlers*) gemmifera (*Pagenstecher*). Note de **M. C. Viguier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Au cours de recherches sur les Annélides de la baie d'Alger, j'ai retrouvé quelques types intéressants, sur lesquels M. Pagenstecher a publié, il y a longtemps déjà, un Mémoire assez curieux (¹). Sur un Syllidien de très petite taille, auquel il donna le nom d'*E. gemmifera*, ce savant trouva une série de jeunes animaux qu'il crut insérés au-dessus de chaque rame dans la région moyenne du Ver. L'échantillon qui présentait cette apparence étant dépourvu des faisceaux de longues soies capillaires qui distinguent ordinairement la génération sexuée chez les Annélides de ce groupe, M. Pagenstecher en conclut qu'il appartenait à la génération agame et que les larves provenaient de bourgeons développés sur place. Il était confirmé dans cette idée par l'observation de trois sujets à soies longues, dont un portait des œufs de la manière déjà connue et qui représentaient pour lui la génération sexuée. Pour suppléer à l'insuffisance

(¹) *Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cette;* I : Exogone gemmifera *und einige verwandte Syllideen* (*Zeischrift für Wissenschaftliche Zoologie*, t. XII, p. 267).

de ses observations personnelles, M. Pagenstecher interpréta dans le sens de sa théorie les observations antérieures d'OErsted et de Krohn. Le premier avait pris les animaux à longues soies pour les mâles et les autres pour les femelles, chez son *E. naidina*. Le second, chez sa *Syllis pulligera* (*Syllides pulliger*, Clap.), avait vu des soies capillaires chez des femelles portant encore leurs œufs dans la cavité des anneaux, et pensait que chez celles qui portaient des larves les soies longues avaient disparu lors de l'éclosion des œufs. L'un et l'autre auraient eu sous les yeux des animaux gemmipares sans reconnaître leur vraie nature. Quant à la position des larves, elle est dorsale pour Krohn et Pagenstecher, ventrale pour OErsted.

» On trouve assez facilement, à Alger, le type décrit par M. Pagenstecher et, bien que les figures qu'il a publiées soient défectueuses, il est impossible de ne pas reconnaître qu'il s'agit de la même espèce. On ne trouve cependant point signalée l'absence de cirrhes dorsaux sur le deuxième anneau normal. En outre, dans la description des soies qui composent une rame, les deux soies différentes sont indiquées comme *au-dessous* de trois semblables. Ceci nous montre que l'auteur a pris le ventre pour le dos, et les cirrhes ventraux, qui ne manquent point en effet à la deuxième rame, pour les cirrhes dorsaux. Ceux-ci, fort petits, auront sans doute échappé à l'auteur qui ne mentionne pas de cirrhes ventraux. De même, Ehlers (Borstenwürmer), qui sépare l'*E. gemmifera* des Exogones, à cause de la présence chez elle de cirrhes tentaculaires, et la reporte dans son genre *Exotokas*, met dans la caractéristique de ce genre : *Bauchcirren fehlen*. Il est difficile de faire la distinction du dos et du ventre, si l'on n'observe le sujet qu'aplati dans un compresseur. Krohn avait, sans doute, commis la même erreur. Les larves sont bien du côté ventral, comme l'avait vu OErsted sur son *E. naidina*.

» J'ai fréquemment rencontré l'*E. gemmifera* mâle et femelle, à l'état de maturité sexuelle. Aucune erreur n'était possible, et j'ai trouvé, chez les uns comme chez les autres, des individus à soies longues et d'autres qui en sont dépourvus. Je sais bien que ces soies peuvent, dit-on, se détacher dans les mouvements de natation de l'animal; et j'ai vu des échantillons où il est probable que cela avait eu lieu. Mais, lorsque tous les anneaux en sont absolument dépourvus, le doute n'est plus possible; d'autant que l'on n'observe aucun vestige de la bourse d'implantation des soies capillaires. Ainsi disparaît la principale raison qui détermina M. Pagenstecher. Voici quel est le développement. On voit naître un œuf à la face postérieure de chaque dissépiment à partir du dixième anneau (les trois ou

quatre derniers anneaux demeurent libres) de chaque côté de la ligne médiane, et en dessous de l'intestin. Les deux œufs demeurent toujours seuls dans l'anneau, comme le signale Claparède chez son *Pœdophylax*, qui est peut-être identique; ils grossissent jusqu'à refouler l'intestin en haut et à se rejoindre sur la ligne médiane. Quelquefois l'un passe devant l'autre, et leur enveloppe étant très flexible, ils se moulent sur les anfractuosités de la cavité de l'anneau. Après la ponte, l'œuf est attaché par un pédoncule très distinct à la base du cirrhe ventral. La ligne de séparation se voit fort bien en observant l'animal de côté, et sans compression. L'œuf est pondu avant toute segmentation. Celle-ci paraît assez régulière, et tous les œufs passent à peu près en même temps par la même phase. Comme ces petits Annélides meurent très vite en captivité, il faut un grand nombre de sujets pour observer les phases successives. Au dernier état observé dans l'œuf, la segmentation était complète, et les larves ovoïdes montraient nettement l'orifice buccal. Elles remplissaient exactement la coque, et c'est sans doute leur accroissement qui détermine sa rupture. Les larves sont déjà nues au moment où elles se présentent sous la forme d'une masse ovoïde, à cellules ectodermiques claires et à sphérules entodermiques très colorées, sans la moindre trace de division transversale. La masse endodermique est échancrée en cœur du côté de la bouche. Ces larves, très convexes sur le dos, montrent à leur extrémité libre trois petits bourgeons ectodermiques à peine indiqués, représentant l'ébauche des tentacules; deux autres bourgeons exactement pareils, situés à l'autre extrémité, deviendront les cirrhes anaux, qui, en se développant, passent un de chaque côté du cirrhe ventral de la mère. Le point de fixation de la larve est donc exactement celui de l'œuf. Lorsqu'elle se détache, on ne voit point de pédoncule décrit par Pagenstecher, mais un léger enfoncement, au niveau de l'anus, qui agit peut-être comme une ventouse. Les jeunes larves grandissent régulièrement, et ne commencent à porter des soies que lorsqu'il existe déjà quatre ou cinq anneaux entre la tête et le segment anal. Ainsi, pas plus que chez l'*Autolytus* étudié par A. Agassiz, il ne se développe de ceintures de gros cils. Et même ici la toison des cils fins que cet auteur a trouvée sur les Autolytes, et qui peut leur être, en effet, d'une certaine utilité, puisque les larves sont libres dans la poche maternelle, cette toison, dis-je, ne se développe point, les mouvements de la mère rendant inutile la présence d'un appareil locomoteur chez le jeune.

» Je me suis étendu sur ce type, car c'est celui-là qui a servi de base à la théorie des bourgeons latéraux. Une telle exception à la règle générale

suivant laquelle les bourgeons se produisent dans le sens longitudinal chez les animaux libres eût été bien difficile à interpréter; aussi fut-elle accueillie avec beaucoup de réserve. M. Mecznikow ne veut pas se décider, M. Claparède la déclare *fort improbable*, et je ne vois que M. L. Vaillant qui l'accepte sans hésiter, et la cite à l'appui d'un autre fait plus singulier encore, et qui ne paraît pas avoir eu un meilleur sort. Je ne pense pas toutefois que personne ait combattu la théorie de M. Pagenstecher par l'étude même de son type. Je ne saurais cependant en répondre, en l'état où se trouve actuellement la bibliothèque universitaire d'Alger; et c'est un point que je reverrai dans le Mémoire que je pense consacrer à cette Annélide et à d'autres types voisins. Je ne me suis point en effet borné à l'étude de l'*E. gemmifera;* et j'ai pu revoir tous les types dont parle l'auteur allemand. Chez son *E. Martinsi,* en particulier, que M. Ehlers regarde comme une vraie Syllis, et qui est sans doute la *Sphærosyllis pirifera* (Clap.), j'ai retrouvé mâles et femelles sous les deux formes, avec et sans soies longues.

» Cette *E. Martinsi* ne saurait être séparée de l'*E. gemmifera* et montre, comme elle, l'absence de cirrhe dorsal sur la deuxième rame. Si c'est bien la *Sphærosyllis* de Claparède, ce caractère aura échappé au savant genevois. Il serait probable alors que l'*E. gemmifera* rentrât dans son genre *Pædophylax.* »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des cladodes souterrains de* Psilotum *adultes*. Note de M. C.-Ég. Bertrand, présentée par M. Duchartre.

« La structure des divers cladodes souterrains des *Psilotum* adultes se laisse ramener à trois types, caractérisables par la structure que présente leur massif libéro-ligneux dans leur région moyenne.

» La section transversale de la région moyenne d'un cladode souterrain de *Psilotum* montre :

» 1° Au centre, un massif libéro-ligneux;

» 2° Autour du faisceau, une gaîne protectrice;

» 3° Entre la gaine et l'assise superficielle, une zone épaisse de tissu fondamental primaire;

» 4° Superficiellement, une assise épidermique villeuse.

» La gaine protectrice, le tissu fondamental et l'assise épidermique ont la même structure que les tissus de même nom dans les branches simples souterraines. Selon les cladodes, la structure du massif libéro-ligneux central change.

» I. Dans les cladodes souterrains fortement coalescents, et dont les axes de figure sont tous dans un même plan, le massif libéro-ligneux présente deux bandes cunéiformes de bois diamétralement opposées. Les pointes de ces masses ligneuses sont extérieures; elles sont occupées par de fines trachées qui marquent leur centre de développement. Les éléments ligneux plus intérieurs que les trachées sont des vaisseaux scalariformes. La différenciation des éléments ligneux s'est faite de chacun des centres de développement vers le centre de figure du massif tout entier. Ordinairement les deux masses ligneuses opposées sont séparées l'une de l'autre par des fibres primitives à parois minces. Les cellules grillagées mêlées à des fibres primitives forment des îlots sur les flancs des masses ligneuses. D'après cette brève description, on voit que la structure du massif libéro-ligneux dans la région moyenne de cette première série de cladodes diffère peu de la structure du faisceau bicentre d'une forte branche simple souterraine. Si l'on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble d'un même cladode de la série I, de sa région moyenne vers sa région postérieure, on voit toujours succéder plus ou moins rapidement la structure du faisceau bicentre d'une branche simple à la structure du massif libéro-ligneux du cladode. Si le cladode se poursuit antérieurement par deux rameaux, en suivant son massif libéro-ligneux d'arrière en avant, on voit ce massif se bifurquer en deux lobes dans son plan principal. En même temps, chaque lobe libéro-ligneux s'enveloppe d'une gaine protectrice propre. Plus haut chaque bande ligneuse se divise en deux; un peu plus haut encore, chacune des masses ligneuses intérieures prend une forme de coin et présente des trachées à son bord intérieur. A partir de ce point et tant que la séparation des deux rameaux issus de la bifurcation du cladode donné n'est pas complète, le cladode présente deux massifs libéro-ligneux diamétralement opposés, dont chacun a la structure du massif libéro-ligneux du cladode initial. Dans les cladodes de la première série dont l'extrémité antérieure se termine par un cône végétatif en pleine activité, ce cône végétatif présente la structure suivante : la surface du cône est formée par une lame dermatogène sur laquelle on reconnaît plusieurs cellules apicales disposées en ligne droite, très rapprochées les unes des autres. Cette lame dermatogène se continue postérieurement par l'épiderme du cladode. Le dermatogène recouvre une masse de méristème primitif dans laquelle on reconnaît plusieurs files de cellules comparables aux cellules axiales du cône végétatif des branches simples souterraines. La surface du méristème primitif se poursuit postérieurement par le tissu fondamental primaire. La région centrale du méri-

stème primitif se poursuit postérieurement par un cordon procambial. Plus loin du sommet, ce faisceau procambial se différencie comme un faisceau bicentre. En appliquant à l'étude de la différenciation des tissus des cladodes de la première série la méthode que j'ai indiquée dans une précédente Communication, on aurait la marche de la différenciation des tissus à un niveau déterminé d'un de ces cladodes, lorsque ce cladode avance en âge.

» II. Dans les cladodes souterrains, à branches faiblement coalescentes et dont les axes de figure sont encore tous dans un même plan, la section transversale du massif libéro-ligneux présente un certain nombre de masses ligneuses disposées en ligne droite le long du grand diamètre du massif tout entier. Les bandes ligneuses extrêmes sont seules cunéiformes; elles tournent leurs pointes vers l'extérieur. Ces pointes sont occupées par de fines trachées qui marquent leur centre de développement. Sauf dans les cas où l'ensemble du massif libéro-ligneux est profondément lobé dans sa région moyenne, les bandes ligneuses intérieures sont arrondies et sans trachées. La différenciation des éléments des bandes ligneuses externes s'est faite de leurs trachées initiales vers le centre de figure du massif tout entier. La différenciation des éléments ligneux des bandes internes ne se fait *qu'après la différenciation des centres de développement des bandes externes*, et cette différenciation progresse *du premier élément caractérisé vers l'un des centres de développement primitif*. C'est là un fait capital pour l'appréciation des massifs libéro-ligneux des *Psilotum*. Les cellules grillagées mêlées aux fibres primitives forment des îlots sur les flancs des masses ligneuses. Les diverses bandes ligneuses sont séparées les unes des autres par des fibres primitives à parois minces. Quand on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble de la région moyenne d'un cladode de la série II vers sa région postérieure, on constate que chacune des bandes ligneuses intérieures de son massif libéro-ligneux se réunit plus ou moins rapidement à l'une des bandes ligneuses extrêmes, après quoi nous rencontrons la structure d'un faisceau bicentre de branche simple souterraine. Dans la partie antérieure des cladodes de la deuxième série, qui sont bifurqués en deux rameaux, on constate que le massif libéro-ligneux s'est bifurqué dans son plan principal, puisque, un peu plus haut, chaque lobe s'est complété; les deux lames ligneuses les plus intérieures sont devenues cunéiformes; elles présentent des trachées à leur bord intérieur. Dans les cladodes de la deuxième série, terminés antérieurement par un cône végétatif en pleine activité, la structure du cône végétatif est la même que celle du cône végétatif d'un cladode de la première série, à cela

près que les cellules apicales du dermatogène et les files cellulaires axiales du méristème primitif sont plus écartées dans les cladodes de la série II que dans les cladodes de la série I. »

M. S. Kanellis adresse, d'Athènes, une Note relative à la production du premier bruit du cœur.

L'auteur attribue la production du premier bruit du cœur, d'une part, à la vibration des cordes tendineuses, déterminée par le frottement du sang contre ces cordes, au moment de la contraction du ventricule; d'autre part, au frottement du sang contre la paroi irrégulière du ventricule lui-même. Une expérience directe a montré qu'on obtient un bruit semblable en dirigeant un courant d'eau contre un réseau artificiel de cordes tendineuses, attachées solidement par leurs deux extrémités à deux planchettes parallèles.

M. F. Drouet adresse une Note relative à une solution du problème de la transformation d'un mouvement circulaire en un mouvement rectiligne.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 5 mars 1883.)

Page 612, ligne 13, *au lieu de* $4^h 42^m 17^s$, *lisez* $7^h 42^m 17^s$.
» ligne 23, *au lieu de* 45937 Lal., *lisez* 45973 Lal.
» ligne 26, *au lieu de* H. XIII, *lisez* H. XXIII.

Page 627, dernière ligne, *au lieu de* $v = t - 1850$, *lisez* $v = \frac{t - 1850}{500}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MARS 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Description sommaire d'un nouveau système d'équatoriaux et de son installation à l'Observatoire de Paris;* par M. M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une série d'observations de la nouvelle comète découverte par MM. Brooks et Swift, le 23 février, à Rochester. Ces observations ont été effectuées par M. Périgaud, astronome de l'Observatoire, à l'aide d'un équatorial construit sur un principe nouveau, au sujet duquel j'ai déjà fait une première Communication dans les *Comptes rendus* d'octobre 1871.

» M. Delaunay, Directeur de l'Observatoire à cette époque, fut tellement frappé des résultats que pouvait donner ce nouvel appareil, qu'il en entreprit immédiatement la construction; la première dépense faite alors s'est élevée à la somme de 10 000^{fr}; mais les malheureux événements de la guerre de 1870 et la mort si prématurée de cet illustre savant vinrent interrompre les travaux commencés, et ce n'est qu'après bien des vicissitudes et grâce à l'initiative du Directeur actuel de l'Observatoire et à la libéralité de M. Bischoffsheim, qui a offert la somme de 25 000^{fr} pour subvenir à la totalité des frais, que l'instrument a pu être achevé et installé

sur le terre-plein annexé à l'Observatoire; le crédit nécessaire à la construction d'un pavillon d'observation a été en outre demandé et obtenu par M. le contre-amiral Mouchez.

» L'équatorial est un des instruments essentiels de l'Astronomie. Il est destiné aux investigations les plus variées et les plus délicates et à la recherche des comètes et des planètes; avec lui on peut observer un astre à un moment quelconque et dans une région quelconque du ciel, et le suivre pendant toute la durée de sa marche apparente. Mais, grâce aux progrès réalisés de nos jours, tant en Optique qu'en Mécanique, et pour répondre aux nouveaux besoins de la Science, ces lunettes prennent de jour en jour des dimensions plus considérables, et tout Observatoire qui veut soutenir la lutte avec honneur doit posséder un équatorial d'au moins $0^m,34$ d'ouverture, dont la distance focale est d'environ 6^m. D'ici peu de temps, l'Observatoire de Paris sera doté d'un équatorial de $0^m,74$ d'ouverture et de 15^m de distance focale, et l'Observatoire de Nice d'une lunette semblable, d'une longueur de 18^m et dont l'objectif aura $0^m,76$. On comprend facilement que ces gigantesques appareils doivent être d'un maniement fort pénible, quelles que soient d'ailleurs la simplicité et la perfection du mécanisme employé pour les manœuvres.

» Le mouvement de rotation de la Terre change à tout instant la position apparente de l'astre que l'on observe : il en résulte pour l'observateur un déplacement correspondant; non un simple déplacement de son siège à droite ou à gauche, mais un autre déplacement en hauteur : il doit en effet élever ou abaisser son siège suivant le cas. En outre, comme la lunette est enfermée sous une coupole qui l'abrite et dans laquelle se trouve pratiquée une large fente du sommet à la base, afin de pouvoir faire les observations, il faut amener cette ouverture ou cette fente devant la lunette. La coupole peut en effet tourner sur elle-même. L'observation exige donc le déplacement de la lunette, celui de l'observateur, celui de la coupole, pour ne parler que des mouvements principaux. Si l'on ajoute que l'observateur est obligé de s'asseoir ou de s'étendre horizontalement, quelquefois d'une façon fort incommode, on comprend que l'observation soit réellement pénible.

» L'astronome, dont l'attention a été partagée et absorbée par une série d'opérations étrangères en réalité à ces études, sent bien vite venir la lassitude; son œil, fatigué, ne distingue plus avec la même netteté les astres d'un faible éclat, et de là résultent des erreurs accidentelles sensibles et une perte de temps notable.

» Ces inconvénients sont tellement sérieux que pour certaines études, comme la recherche des comètes, où il faut parcourir une grande étendue de l'espace, on est forcé de renoncer à l'usage des équatoriaux de grandes dimensions; on en est réduit alors à des appareils plus petits et moins avantageux pour l'exploration du ciel.

» En dehors de ces difficultés d'une nature matérielle, les dimensions de la lunette, son poids, son mode d'installation donnent lieu à des inconvénients scientifiques d'un autre ordre.

» 1° L'un des deux axes de l'équatorial ordinaire se trouve installé parallèlement à la ligne des pôles : l'autre, l'axe de déclinaison qui est perpendiculaire au premier, porte à faux tout le corps de la lunette. Il s'ensuit un manque de stabilité préjudiciable au travail d'observation, et il est impossible d'effectuer des mesures de distances angulaires un peu considérables, c'est-à-dire dépassant une vingtaine de minutes d'arc en déclinaison et quelques minutes de temps en ascension droite.

» 2° Les deux verres qui composent l'objectif (le flint et le crown) ne peuvent pas être serrés à fin, l'un contre l'autre ou contre le barillet : le moindre serrage provoquerait en effet dans les images une déformation.

» Il se produit alors, quand la lunette passe d'une position à une autre, des effets de flexion et de plus un décentrage de l'objectif, par le glissement des deux verres l'un sur l'autre, qui altèrent la netteté des images. Les qualités optiques de l'instrument sont donc différentes suivant ses positions.

» Ces déformations ne se montrent pas seulement dans les équatoriaux, elles sont même quelquefois sensibles dans des lunettes moins grandes et se mouvant seulement dans un plan : c'est ainsi que MM. Gould et Prazmowski ont constaté dans leurs lunettes méridiennes des altérations d'images tenant à cette cause.

» Le but que je me suis proposé dans la nouvelle construction a été d'échapper à de semblables difficultés.

» J'ai cherché : 1° à réaliser un instrument plus stable que les équatoriaux en usage et rendant possible la mesure de grandes distances angulaires;

» 2° A établir une disposition qui permît à l'astronome d'explorer le ciel tout entier et de régler lui-même sans dérangement aucun tous les mouvements de son appareil;

» 3° A éviter l'emploi de ces coupoles monumentales dont l'établissement et l'emploi sont toujours si coûteux et si difficiles.

» Voici maintenant, en quelques mots, les principes de construction du nouvel équatorial : l'axe polaire est supporté à ses deux extrémités par deux piliers et, comme dans l'instrument méridien, la lunette tourne entre les deux coussinets de l'axe. Cette lunette est brisée à angle droit et, à l'aide d'un petit miroir, elle renvoie la lumière dans un des tourillons percés de l'axe polaire, où le micromètre d'observation est installé. Les choses étant dans cet état, pendant que l'instrument tourne autour de son axe, l'astronome voit passer devant ses yeux les astres de l'équateur.

» Ajoutons maintenant, en avant de l'objectif, un miroir plan incliné à 45° et formant corps avec le cercle de déclinaison; ce miroir, en tournant autour de l'axe de figure de la lunette, amène dans le plan focal les images des étoiles situées dans le cercle horaire perpendiculaire à cet axe.

» Tous les organes destinés aux diverses manœuvres de l'instrument, les pinces de calage, le cercle de déclinaison, le cercle horaire, toutes les manettes pour opérer les mouvements rapides ou les mouvements doux, se trouvent à portée de la main de l'observateur.

» On voit aisément que, par suite de cette disposition, l'observateur est à même d'explorer toutes les régions de l'espace sans quitter son siège. On reconnaît également que l'installation de cet instrument présente presque autant de fixité qu'une lunette méridienne, et de plus que, l'objectif tournant uniquement dans le sens de l'équateur, on a moins à craindre, après son réglage, le déplacement relatif des deux verres; par suite de la stabilité de l'instrument et de la fixité de l'objectif, il est facile de comprendre que l'on peut effectuer la mesure de distances angulaires plus considérables.

» La partie mécanique a été exécutée dans des conditions très satisfaisantes par MM. Eichens et Gauthier.

» Le pavillon d'observation se compose de deux parties distinctes : 1° d'une cabane mobile abritant la partie extérieure de l'instrument, celle qui porte le miroir de l'objectif; 2° d'un bâtiment fixe, renfermant un cabinet de travail et la salle d'observation.

» Pour procéder aux études, on recule la cabane roulante, qui découvre ainsi la lunette, tandis que l'observateur, installé sur son fauteuil à l'abri de toutes les intempéries du temps, peut se livrer à toutes les recherches astronomiques dans les mêmes conditions qu'un naturaliste qui, dans son cabinet de travail, étudie à l'aide du microscope la structure ou l'organisation d'un corps quelconque.

» Le principe du nouvel équatorial repose sur la double réflexion; il y

avait donc là une difficulté sérieuse à surmonter, le plus grand nombre des expériences faites jusqu'à nos jours montrant que, pour une cause restée presque inexpliquée, les images produites par des miroirs ne possèdent pas la netteté suffisante : on pouvait donc craindre que tous les avantages offerts par la nouvelle lunette ne vinssent sombrer devant un tel obstacle.

» Mes études sur la flexion m'ont amené à entreprendre une série d'expériences qui m'ont permis de reconnaître la cause véritable qui avait jusqu'à présent rendu souvent impraticable l'usage des miroirs. J'ai vu que la déformation des images avait pour cause principale la construction défectueuse des miroirs.

» Dans un ordre d'idées préconçues, pour établir rapidement l'équilibre de température entre les deux faces du miroir, on croyait devoir ne donner à ces appareils qu'une très faible épaisseur, épaisseur qui ne dépassait guère $\frac{1}{9}$ ou $\frac{1}{10}$ du diamètre; or il arrive, dans ces conditions, que le miroir se déforme par la flexion, sous l'influence de son propre poids, quand la lunette passe d'une position à une autre. En outre, la faible épaisseur adoptée pour le verre fait que la moindre pression exercée par le barillet, par suite d'une cause accidentelle, telle que les dilatations, déforme sensiblement le miroir.

» Mes recherches m'ont démontré que, pour prévenir dans un miroir toute déformation causée par la flexion ou un léger *serrage,* il faut que l'épaisseur du verre soit de 0,18 du diamètre.

» En adoptant pour l'épaisseur le $\frac{1}{4}$ du diamètre, on peut même coller à l'arcanson le miroir contre le barillet; mais, dans ce dernier cas, $\frac{1}{6}$ du diamètre donnerait encore lieu à des déformations très notables.

» Les frères Henry, qui ont exécuté d'une façon remarquable la partie optique du nouvel équatorial, sont arrivés, sans avoir déterminé ces rapports numériques par d'autres expériences, aux mêmes conclusions, à savoir qu'il fallait donner aux miroirs, pour les rendre invariables, une épaisseur plus considérable que celle qui avait été adoptée jusqu'à présent.

» C'est dans ces conditions que les miroirs du nouvel instrument ont été construits, et la beauté des images a dépassé toutes les espérances. Des études comparatives ont démontré que les qualités optiques du nouvel instrument ne se trouvent surpassées par aucune des lunettes actuelles de l'Observatoire. On serait dès lors tenté de penser que l'intervention des miroirs n'a servi qu'à accroître la pureté des images. Mais, en réalité, la cause de cette netteté tient uniquement à la construction rationnelle du miroir, à la parfaite stabilité de la lunette, au centrage invariable de l'ob-

jectif, à la perfection avec laquelle a été exécutée la partie optique et aux dispositions prises pour maintenir l'équilibre de la température.

» Voici, en effet, quelles sont ces dispositions :

» Les deux miroirs, dont l'un a $0^m,28$ et l'autre $0^m,40$, sont pris chacun entre trois griffes et dans une armature de fer découpé à jour. Entre cette armature et le miroir, on place des morceaux très épais de feutre ou de flanelle qui permettent un serrage complet, tout en laissant un libre jeu aux dilatations. Le barillet lui-même est porté par un cube métallique muni de quatre ouvertures circulaires pourvues de couvercles, qu'on enlève avant l'observation.

» Chaque miroir extérieur se trouve donc dans une position rigoureusement fixe et environné d'une gaine d'air libre qui empêche l'échauffement inégal des deux surfaces de verre en y maintenant l'équilibre de température. D'ailleurs, toute la partie la plus délicate de l'appareil, celle qui porte les miroirs et l'objectif, se trouvant à l'extérieur du bâtiment, c'est-à-dire dans l'air ambiant, on voit que, au point de vue général de l'équilibre de température, on se trouve dans des conditions excellentes.

» Bien que l'épaisseur ainsi déterminée du verre eût permis un léger serrage contre le barillet pour assurer la fixité de la ligne de visée, il était néanmoins préférable de trouver un procédé pratique pour éviter, autant que possible, toute pression du miroir contre son armature. Voici le moyen auquel j'ai eu recours. Les trois griffes qui maintiennent le miroir dans sa monture se voient par réflexion; la monture étant placée horizontalement, le miroir, par son propre poids, tend à s'écarter des trois griffes; alors, en rapprochant peu à peu le miroir de ces griffes au moyen des vis de rappel, jusqu'au moment où les griffes viennent coïncider avec leurs images, on est sûr d'avoir établi le contact rigoureux sans avoir provoqué la moindre pression. Dans ces conditions-là, lorsque la moindre trace de lumière entre les griffes et leurs images a disparu, le déplacement de l'axe optique ne saurait atteindre que quelques centièmes de seconde d'arc. Il est bien clair alors que cette fixité du miroir, établie pour la position horizontale, qui est la plus défavorable, se maintiendra nécessairement dans toutes les autres.

» Ce mode de construction présente un avantage tout particulier pour l'établissement des grandes lunettes. On sait, en effet, qu'à partir de certaines limites on ne peut pas donner aux lunettes une longueur démesurée, à cause des difficultés presque insurmontables qu'on rencontrerait dans les mécanismes et les coupoles. On en arrive alors à se contenter d'un achromatisme moins parfait que celui qu'on obtient avec des lunettes de

dimension moindre. Si l'on voulait, à ce point de vue, réaliser la perfection des petits instruments, il faudrait donner aux lunettes une longueur qui rendrait les dispositions des mécanismes extrêmement compliquées.

» Avec la nouvelle construction on peut, sans inconvénient aucun, allonger la lunette autant qu'il est nécessaire et établir l'achromatisme désiré. C'est encore une des raisons qui s'ajoutent à celles qui ont été indiquées plus haut pour expliquer la netteté des images.

» Les images ont été examinées déjà et à des époques différentes par une vingtaine d'astronomes français et étrangers : MM. Hirsch, Fœrster, Perrotin, Trépied, Rayet, Thollon, Trouvelot, etc., qui tous ont été frappés de la régularité des images.

» M. Newcomb, en dernier lieu, a pu dédoubler l'étoile ω Lion, dont les deux composantes sont à une distance de 0",5 : c'est la limite indiquée par Foucault pour le pouvoir séparateur d'un objectif de 0,27, la même grandeur que celui du nouvel équatorial.

» Toutes les études comparatives effectuées depuis l'installation, comme les résultats déjà obtenus, m'autorisent à affirmer que cet instrument est destiné à rendre de grands services à l'Astronomie. Frappés de ces avantages, les Directeurs des Observatoires d'Alger et de Besançon viennent d'adopter, pour leurs grands équatoriaux, le même mode de construction.

» Depuis l'emploi de cet équatorial et en vue de ces constructions ultérieures, j'ai trouvé le moyen de simplifier plusieurs des mécanismes. Ainsi, par exemple, dans l'instrument actuel, il y a deux cercles distincts de lecture, l'un pour les ascensions droites, l'autre pour les déclinaisons, rapprochés l'un de l'autre pour se trouver commodément à la portée des yeux de l'observateur. Dans les nouveaux, il ne se trouvera plus qu'un cercle unique, portant deux divisions et devant servir à la fois pour les deux coordonnées. En outre, actuellement, quand on passe d'une déclinaison à l'autre, il faut orienter de nouveau le micromètre d'observation, ce que l'on fait au moyen du cercle de position, en le tournant d'une quantité égale à la variation de déclinaison.

» Dans l'équatorial perfectionné, le micromètre sera entraîné automatiquement par le miroir et se trouvera ainsi directement orienté. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial coudé)*, par M. PÉRIGAUD, communiquées par M. Lœwy.

Dates 1883.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite (Astre — ⁎).	Déclinaison (Astre — ⁎).
			m s	′ ″
Mars 2........	*a* 166 Weisse...	9	−4.42,22	+ 2.12,6
3........	*b* 342 Weisse...	9	−1.56,87	+ 8. 1,0
4........	*c* 725 Weisse...	9	−7.42,61	− 0.40,8
5........	*d* 1098 Lal......	7,8	−4.19,25	+ 1.32,9
6........	*d* »	7,8	+5.16,28	− 3.41,0
9........	*e* 2292 Lal......	6,7	−2.21,08	+14.27,2
12........	*f* 3126 Lal......	8	−1.51,24	+ 1.44,3
13........	*g* 3330 Lal......	8,9	−1. 8,07	− 7.15,7
16........	*h* 3857 Lal......	7,8	+5.36,19	+ 9.12,5
17........	*i* 4223 Lal......	7	+1.49,59	− 3.31,7

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 2..	*a*	0. 7.41,23	+0,19	+31.54.21,7	+5,5	2 obs. mér. Leyde.
3..	*b*	0.14.24,24	+0,22	+31.52.42,2	+5,4	Id.
4..	*c*	0.29.54,04	+0,27	+32. 2.27,1	+5,4	Weisse.
5-6..	*d*	0.35.48,23	+0,30	+31.58. 8,7	+5,2	2 obs. mér. Paris.
9..	*e*	1.10.54,66	+0,42	+31. 7.36,3	+4,5	Obs. mér. Leyde.
12..	*f*	1.36.17,11	+0,49	+30.26.11,3	+3,9	Id.
13..	*g*	1.43.42,53	+0,53	+30.13.26,4	+3,6	2 et 1 obs. mér. Paris.
16..	*h*	2. 0. 5,04	+0,57	+28.42.38,3	+2,8	2 obs. mér. Paris.
17..	*i*	2.11. 9,99	+0,61	+28.27.54,2	+2,5	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mars 2.....	7.57.14	0. 2.59,60	+31.56.45,2	7
3.....	7.29. 4	0.12.28,01	+32. 0.54,0	6
4.....	7.56.38	0.22.12,10	+32. 1.56,8	4
5.....	7.19.13	0.31.29,68	+31.59.51,9	5
6.....	7.40.44	0.41. 5,22	+31.54.37,7	4
9.....	7.55.20	1. 8.34,42	+31.22.13,4	5
12.....	8. 8. 6	1.34.26,75	+30.28. 4,3	5

Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mars 13.....	8. 3.19	1.42.35,35	+30. 6.18,5	2
16.....	7.42.29	2. 5.42,16	+28.51.58,2	2
17.....	7.53.15	2.13. 0,56	+28.24.28,7	6

» Les observations sont corrigées de la parallaxe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Preuve graphique du théorème d'Euler sur la partition des nombres pentagonaux;* par M. **Sylvester**.

« Une partition quelconque de n peut être représentée par un assemblage de points uniformément distribués sur un plan et limités par deux lignes droites. Ainsi, par exemple, l'arrangement suivant :

```
. . . . . . .
. . . . .
. . . . .
. . .
. .
```

sera la représentation graphique de la partition du nombre 22 dans les parties

$$7,\quad 5,\quad 5,\quad 3,\quad 2.$$

Mais, de plus, un tel arrangement de points peut être distribué dans un carré et deux groupes que je nommerai *latéral* et *inférieur*. Ainsi, l'arrangement écrit ci-dessus peut être décomposé dans un carré de neuf points, dans un groupe latéral de huit et dans un groupe inférieur de cinq points.

» Considérons les partitions de n dans j parties *inégales*. Tous les arrangements de points qui correspondent à ces partitions peuvent être classifiés selon la valeur du côté du carré qui y correspond et que je nommerai θ. Alors, pour une valeur donnée de θ, le groupe latéral contiendra nécessairement ou θ ou $\theta - 1$ lignes de points, car autrement il y aurait des parties égales dans l'arrangement. Dans le premier cas, le nombre de colonnes dans ce groupe inférieur peut être un nombre quelconque, mais pas plus grand que θ; dans le second cas, pas plus grand que $\theta - 1$. Donc, en se rappelant que le nombre de partitions de ν en θ parties inégales est le

coefficient de x dans le développement de

$$\frac{x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^\theta}$$

et que le nombre de partitions de ν dans $j-\theta$ parties inégales et pas plus grandes que θ est le coefficient de $x^\nu a^{j-\theta}$ dans le développement de

$$(1+ax)(1+ax^2)\ldots(1+ax^\theta),$$

on voit que, quand le nombre de lignes dans le groupe latéral est θ, le nombre total d'arrangements de n dans j parties inégales qui correspondent à cette espèce de distribution sera le coefficient de $x^{n-\theta^2}a^{j-\theta}$ dans le développement de

$$\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^\theta}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^\theta}\,x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}.$$

De même, le nombre des partitions qui correspondent à la seconde hypothèse sera le coefficient de $x^{n-\theta^2}a^{j-\theta}$ dans le développement de

$$\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^{\theta-1}}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^{\theta-1}}\,x^{\frac{\theta^2-\theta}{2}}.$$

» En donnant à θ toutes les valeurs depuis 1 jusqu'à l'infini, on obtiendra toutes les partitions de n dans j parties inégales. Les cas où θ excède j n'offrent rien d'exceptionnel, car, pour ces cas, le coefficient de $a^{j-\theta}$ dans les deux fonctions génératrices sera nul.

» Or le coefficient de $x^{n-\theta^2}a^{j-\theta}$ dans chacune de ces deux fonctions est le même que le coefficient de $x^n a^j$ dans les produits qui résultent de leur multiplication par $x^{\theta^2}a^\theta$.

» En comparant les coefficients de $x^n a^j$ pour toute valeur de n et i, on trouve donc

$$\begin{aligned}
&(1+xa)(1+x^2a)(1+x^3a)+\ldots\\
&=1+\frac{1+ax}{1-x}x^2a+\frac{1+ax.1+ax^2}{1-x.1-x^2}x^7a^2+\ldots\\
&\quad+\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^\theta}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^\theta}x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}a^\theta+\ldots+xa+\frac{1+ax}{1-x}x^5a^2+\ldots\\
&\quad+\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^{\theta-1}}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^{\theta-1}}x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}a^\theta+\ldots.
\end{aligned}$$

» En mettant $a=-1$, on obtient ainsi

$$1-x.1-x^2.1-x^3-\ldots=1-x-x^2-\ldots+(-)^\theta\left(x^{\frac{\theta^2-\theta}{2}}+x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}\right)+\ldots,$$

ce qui est le théorème d'Euler.

» En réunissant les deux séries dans une seule, on obtient, pour le cas général,

$$(1 + xa)(1 + x^2a)(1 + x^3a) + \ldots$$
$$= 1 + \frac{1 + ax^2}{1 - x} xa + \frac{1 + ax.1 + ax^4}{1 - x.1 - x^2} x^5 a^2$$
$$+ \frac{1 + ax.1 + ax^2.1 + ax^6}{1 - x.1 - x^2.1 - x^3} x^{12} a^3 + \ldots,$$

c'est-à-dire l'équation que j'ai donnée dans la Note précédente.

» Je dois dire que c'est M. Durfee, étudiant à Baltimore, qui, le premier (dans un tout autre problème), a fait usage du genre de décomposition d'une *assemblée régulière* de points dans un carré et deux groupes supplémentaires dont j'ai profité dans l'analyse précédente (voir *Johns Hopkins Circular*, vol. 32, nos 20 et 25). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur le lait bleu* (IIe Partie).
Note de M. **J. Reiset.**

« *Réaction du lait de vache.* — Dans la première partie de mon travail, publiée dans les *Comptes rendus* (séance du 12 mars 1883), j'ai expliqué comment j'avais été amené à considérer la *réaction* très nettement *acide* du lait comme un symptôme pathologique. Il est vrai que, au moment où je constatai ce fait sur le lait produit par les vaches de ma ferme, la moisissure bleue faisait en même temps son apparition sur la crème.

» En consultant les meilleurs Ouvrages classiques, je lisais que la réaction du lait est toujours alcaline (1). Seul M. Chevreul, dans ses *Leçons de Chimie* (t. II, p. 257; 1830) disait, en parlant du lait : « Il *rougit* sensiblement le tournesol. » Cependant je ne restai pas convaincu, et j'ai poursuivi l'étude pendant plusieurs années, non seulement sur mes vaches, mais encore, dans mon voisinage, sur trente ou quarante bêtes.

» La réaction du lait était constatée, à la sortie du pis de la vache, sur le papier de tournesol bleu et sur le papier rouge très sensible. Dans les conditions les plus diverses, j'ai toujours trouvé les mêmes résultats. Le papier bleu passait très nettement au rouge, persistant après dessiccation; le papier rouge, sensible, prenait une teinte d'un bleu pâle, qui disparaissait peu à peu après l'évaporation du liquide.

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 420; 1851. — Regnault, *Cours de Chimie*, t. IV, p. 522; 1860. — Wurtz, *Dictionnaire de Chimie*, t. II, p. 192.

» J'étais donc disposé à déclarer que, dans son état normal, le lait de vache présente une réaction acide très nette. Mais il y avait lieu de tenir compte de l'opinion d'un observateur aussi compétent que M. le professeur Duclaux; il a traité la question dans un Mémoire fort remarquable, *Sur le lait* (¹). Voici comment il s'exprime :

« Le lait n'est ni acide ni alcalin; dans son état naturel, dès la sortie du pis de la vache, il bleuit le papier rouge et rougit le papier bleu d'une façon très sensible. C'est là une réaction sur laquelle on a beaucoup écrit dès qu'on l'a eu constatée chez le lait et qui ne lui est pourtant pas spéciale, attendu qu'elle est commune à un grand nombre de liquides, neutres par saturation réciproque de deux éléments de réactions contraires.

» Une conclusion pratique se déduit des faits qui précèdent : quand on veut examiner la réaction du lait, il est indispensable de faire un essai simultané sur le papier bleu de tournesol et sur le papier rouge sensible. Il ne peut être question ici que de lait naturel, au moment même de la traite.

» On sait, en effet, que, sous prétexte d'améliorer et de conserver le produit alimentaire destiné aux habitants de la ville, le lait, avant son transport, subit, le plus ordinairement, un véritable traitement : il reçoit une proportion notable de bicarbonate de soude, ou même un mélange composé de borax et d'acide borique.

» Dans ces conditions, la réaction du tournesol ne donnerait aucune indication utile.

» *Analyse microscopique.* — La pellicule mycodermique, *mère du pigment*, peut être enlevée assez facilement, à la surface de la crème, au moyen d'une mince spatule de platine; il faut, autant que possible, choisir les taches d'une coloration bleue, luisante et sans duvet de moisissure blanche. Un petit fragment de la pellicule, placé sous l'objectif, entre les deux lamelles de verre, sans autre préparation, se présente sous forme d'un tissu membraneux, composé de matière grasse et de bactéries rondes, globuleuses, immobiles. Les plaques un peu épaisses ont un reflet bleuâtre.

» Quand la tache bleue est d'origine récente, on ne trouve avec elle, dans l'échantillon examiné, aucun tube mycélien en développement; mais on observe presque toujours, dans la masse, une cristallisation en feuillets, transparents, striés et frangés, se réunissant vers un centre commun. Le dessin d'une violette aplatie rend assez fidèlement la figure de ce groupement. Cette cristallisation, toujours la même, signalée très fréquemment dans nos notes, est sans aucun doute produite par un acide gras.

(¹) *Annales de l'Institut national agronomique*, n° 5; année 1879-1880.

» Ces observations et les suivantes ont été faites avec un microscope de Nachet $\left(\frac{\text{oculaire : 2}}{\text{objectif : 5}}\right)$.

» Dans certains cas, pour éliminer la plus grande partie de la matière grasse, j'ai traité par l'eau distillée la pellicule mycodermique qui devait être examinée au microscope. Les fragments de la pellicule, réunis dans une petite capsule, étaient délayés avec quelques gouttes d'eau distillée, puis on décantait l'émulsion grasse; les parcelles bleues du tissu se réunissaient au fond du vase et se laissaient diviser et laver, tout en conservant leur coloration bleue, à la condition cependant de ne pas trop prolonger le lavage.

» Ainsi préparé, l'échantillon se montre moins empâté; les bactéries rondes apparaissent plus nettes, toujours immobiles. La cristallisation de l'acide gras se trouve altérée, on ne rencontre que feuillets épars, mais de nombreux microbes s'agitent ordinairement dans les parties liquides.

» J'ai dit qu'une moisissure blanche se développait sur la surface de la crème en même temps et quelquefois plus rapidement que la pellicule bleue. Cette *mucorée,* en tubes rameux et cloisonnés, n'a aucun rapport avec le pigment bleu; dans ce milieu acide, sa végétation est des plus actives; en quelques jours, elle forme un treillis serré; cependant les articles rameux se terminent presque toujours comme le tube *fermé* de nos laboratoires, et jamais je n'ai remarqué la fructification de cette *mucorée,* tandis que, après soixante heures de séjour à l'air, la crème, ne présentant aucune moisissure bleue, servait parfois de terrain fertile à de remarquables végétations. Les tubes soyeux du *Mucor racemosus* pouvaient atteindre déjà $0^{m},010$ de hauteur; un petit renflement noirâtre terminait la tige; cette tête, capsulaire, comme celle d'un pavot, s'écrasait sous les lamelles de verre et laissait échapper de nombreuses spores, en olives. Sur ce même parterre, en végétation, j'ai aussi récolté un beau *penicillium,* resté blanc, en pleine fructification.

» J'ai fait de très nombreuses observations microscopiques sur la pellicule obtenue, par voie d'ensemencement, de la membrane bleue, dans le lait : toujours j'ai retrouvé le même enchevêtrement de bactéries et de matière grasse, sans tubes mycéliens, quand la tache bleue analysée était récente ou se conservait *luisante*.

» Cependant mes observations restaient incomplètes, en ce qui concerne la culture et l'isolement du microbe qui doit sécréter le pigment bleu du lait : la nature même de cette matière colorante m'est encore inconnue.

Afin de me tenir prêt pour la plus prochaine occasion, je me mis à étudier les méthodes. Notre confrère, M. Van Tieghem, accueillit mes communications avec une complaisance tout aimable et voulut bien me faire connaître des expériences de Schroeter et de Cohn qui pouvaient jeter quelque lumière sur la question.

» Schroeter, en 1870, observa de petites cellules, elliptiques, immobiles, sur des tranches de pommes de terre bouillies, qu'elles coloraient en bleu intense; il les a désignées sous le nom de *Bacteridium cyaneum*. Le pigment, bleu foncé, soluble dans l'eau, virait au rouge par les acides, pour repasser au bleu par les alcalis.

» M. Cohn, en 1872, reproduisit ce pigment bleu, par ensemencement, dans un liquide nourricier approprié; il obtint une pellicule mycodermique, composée de bactéries rondes : cette pellicule jouait le rôle de *mère* d'un pigment bleu, comparable au tournesol; le microbe fut alors désigné par M. Cohn sous le nom de *Micrococcus cyaneus*. Sa description pouvait s'appliquer aux bactéries de la pellicule mycodermique qui constitue le lait bleu.

» Je croyais aussi trouver d'utiles rapprochements à faire entre le pigment du lait bleu et la matière colorante des suppurations bleues, la *pyocyanine*, découverte par Fordos en 1851 et isolée, par lui, en cristaux d'un bleu foncé rappelant l'indigo (¹). La pyocyanine joue le rôle d'un alcaloïde; elle forme, avec les acides, des composés cristallins. La réaction caractéristique de la pyocyanine est le passage du bleu au rouge par les acides, non le rouge pelure d'oignon du tournesol, mais un rouge carmin, rouge cerise. Un alcali ramène la couleur primitive.

» En 1882, M. Carle Gessard reprenait avec grand succès l'étude des *pansements bleus* et de la pyocyanine (²); il se mettait à rechercher, par la méthode des cultures de M. Pasteur, le microbe qui sécrète la pyocyanine. Après un grand nombre d'ensemencements successifs, M. Gessard paraît avoir isolé un organisme qui se montre constant dans sa forme et dans sa réaction physiologique : la production de pigment pour les différents liquides de cultures. Cet organisme se développe dans l'urine neutralisée, la décoction de carottes, la salive, la sueur, les liquides albumineux.

Cependant, M. Gessard *déclare n'avoir pas réussi à cultiver le microbe de*

(¹) *Comptes rendus*, t. LI, p. 215, et t. LVI, p. 1128.
(²) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 536.

la pyocyanine dans le lait qui, suivant lui, *serait coloré en bleu par un autre organisme* (¹).

Pour appuyer encore cette conclusion, d'ailleurs très précise, je citerai quelques lignes d'une Note de Braconnot, qui avait eu l'occasion d'examiner le lait bleu (²). Il reconnut de suite que la coloration bleue n'était pas due à l'indigo, ainsi que le pensait Klaproth. Ensuite Braconnot ajoutait :

« Si l'on compare cette matière colorante bleue avec toutes celles qui ont été reconnues jusqu'à présent dans le règne végétal, on n'en voit aucune qui lui ressemble par ses propriétés, puisque généralement elles rougissent par les acides et verdissent avec les alcalis, tandis que *la matière colorante bleue du lait n'est point affectée par les acides et prend un beau rouge sous l'influence des alcalis.* »

» Cette remarque si intéressante, due à un expérimentateur habile, vint trop tard, à ma connaissance : je n'ai pu moi-même constater la réaction si inattendue produite, par les acalis, sur le pigment bleu du lait. Mais je puis affirmer, de mon côté, que les acides développés dans le lait restent sans réaction sur la matière colorante bleue. Tandis que la crème conserve sa couleur jaune normale, au-dessous de la pellicule bleue, le sérum et le caséum sont le plus souvent fortement colorés en bleu, si les taches se présentent nombreuses.

» Ces réactions sont absolument contraires à celles qui caractérisent la pyocyanine et le pigment bleu décrit par MM. Schroeter et Cohn.

» La proportion des acides libres contenus dans le sérum a été déterminée par la méthode alcalimétrique. En moyenne, d'après mes analyses, cette proportion d'acide, représentée par A, serait équivalente à $1^{gr},620$, acide sulfurique monohydraté, pour 1^{lit} de sérum.

» Quelques auteurs ont signalé la coloration bleue du lait des brebis (*Annales de Chimie et de Physique*, t. III, 1830, p. 269) : c'est un fait que je n'ai pas eu l'occasion de constater; mais j'ai pu étudier cette moisissure sur le lait d'une chèvre. Voici dans quelles circonstances : le 15 septembre 1877, au moment où l'état normal se rétablissait dans mon étable, j'appris qu'une chèvre, en bon état de santé, fournissait depuis quelques jours du *lait bleu*. Cette chèvre se trouvait assez loin de mon habitation, dans la vallée; elle n'avait aucune communication avec les animaux de ma ferme. On m'apporta une jatte de lait, dont la crème présentait deux taches bleues de belles dimensions, mais circonscrites et ne tendant pas à se développer. L'analyse par le microscope donnait les mêmes

(¹) *Thèse sur la pyocyanine*, p. 53; 1882.
(²) *Journal de Chimie médicale*, t. II, 2ᵉ série, p. 625.

résultats que pour la pellicule bleue du lait des vaches; les tubes mycéliens apparaissaient déjà très nombreux, attendu que la crème datait de plusieurs jours. La cristallisation de l'acide gras se produisait avec sa forme habituelle.

» On voit que le microbe, au pigment bleu, se développe facilement sur le lait, sans distinction des espèces. Ajoutons, comme dernière observation générale, que ce développement est d'autant plus intense et rapide que la température est plus élevée : vingt-quatre heures suffisent, dans l'atmosphère d'une cuisine; mais soixante heures deviennent nécessaires dans une cave froide, pour obtenir les mêmes effets, sur le lait contaminé.

» Dans un très bon livre, *Sur l'Agriculture du pays de Caux*, M. Eugène Marchand devait parler du *lait bleu*. Suivant lui, cette altération, assez fréquente dans la contrée qu'il habite, serait due à l'une des trois causes suivantes : malpropreté de la laiterie et des vases; nourriture trop substantielle; pauvreté, en principes calcaires, du sol sur lequel les vaches sont entretenues, au pâturage. M. Marchand considère cette dernière cause comme très active : pour y porter remède, il conseille d'administrer aux vaches, pendant une huitaine de jours, 50^{gr} environ de carbonate de chaux par jour.

» Je n'ai pas essayé ce traitement, mais je rappellerai seulement qu'une médication alcaline avait fort mal réussi à mes vaches. C'est alors que j'ai cherché les moyens de *guérir* directement le lait.

» Sur les plateaux du pays de Caux, les vaches sont le plus souvent mises au pâturage dans les herbages ou *masures* qui entourent les fermes : à mon avis, la fumure de ces herbages est trop fréquente, trop animalisée.

» L'eau des mares qui sert à abreuver les bestiaux est très ammoniacale et très chargée d'organismes, surtout pendant la saison chaude : on comprend facilement que le lait sécrété dans de pareilles conditions de nourriture devienne un milieu très favorable au développement des microbes.

» Ainsi que je l'ai indiqué précédemment, quelques dix-millièmes d'acide acétique, ajoutés au lait destiné à la fabrication du beurre, suffisent pour modifier heureusement cette disposition pathologique.

» A l'appui de mon observation, sur l'influence de l'eau des mares, je communiquerai cette remarque : la maladie du *lait bleu* est rarement signalée dans les vallées et les herbages qui se trouvent traversés par un bon cours d'eau [1]. »

---

[1] Page 684, ligne 10, *au lieu* d'octobre, *lisez* août. Rétablir ainsi la ligne 11 : « La maladie, dans son intensité du 20 août au 7 septembre, se terminait heureusement le 15 septembre.

NAVIGATION. — *Sur la seconde édition du « Pilote de Terre-Neuve » de M. l'Amiral Cloué, et sur une question d'optique atmosphérique;* par M. **Faye**.

« L'île et les bancs de Terre-Neuve sont la région du globe la plus importante pour la grande pêche maritime; c'est aussi, au point de vue de la Physique du globe, l'une des plus curieuses. L'Amiral Cloué, un des navigateurs qui connaissent le mieux ces régions dont l'étude a occupé onze années de sa carrière si active et si bien remplie, vient de compléter la première publication de son *Pilote de Terre-Neuve* au moyen des documents recueillis, dans ces quinze dernières années, par ses habiles successeurs, en sorte que ces difficiles parages, où se trouvent engagés les intérêts éminemment respectables de nos pêcheries et qui représentent les derniers vestiges de nos anciennes colonies de l'Amérique du Nord, sont désormais aussi éclairés que possible pour tous les besoins de la navigation.

» Au point de vue scientifique, ces contrées n'offrent pas un moindre intérêt. Voisines d'un des pôles magnétiques, séjour permanent des aurores boréales, point de réunion et de conflit du gulf-stream avec les deux courants qui viennent des pôles, fréquentées de temps immémorial par une faune maritime des plus curieuses, lieu d'aboutissement nécessaire des câbles transatlantiques qui vont de France et d'Angleterre aux États-Unis, il y a là un centre d'étude où les phénomènes naturels se présentent avec une intensité frappante. Bien que l'Amiral Cloué ait eu exclusivement en vue, dans ces deux Volumes, les besoins de la navigation, il a pourtant touché, sous la forme la plus concise, aux questions de l'ordre scientifique qui se sont présentées à lui. A côté de renseignements rapides sur ces énergiques populations de marins de nos îles, sur les expéditions qui partent annuellement de France pour la pêche du golfe ou des bancs, on trouve des indications du plus haut intérêt sur le climat, les productions de Terre-Neuve, les vents régnants, les courants de la mer, la marche des glaces et banquises aux différentes saisons, les déviations du compas, les attractions locales, les brumes qui se produisent en ce nœud de rencontre des eaux chaudes de l'équateur et des eaux froides du pôle. Il serait à désirer que le savant auteur eût le loisir de résumer, dans un livre d'un genre différent, les observations qu'il a faites sur les aurores boréales, les variations de l'aiguille aimantée, les phénomènes de mirage, etc., qui ne pouvaient trou-

ver place dans un *Pilote* destiné à être continuellement feuilleté par les navigateurs.

» Tout en présentant à l'Académie ces deux excellents Volumes, je demande la permission de lui soumettre quelques considérations sur un phénomène curieux que l'auteur a cité (p. 10 du t. I) pour montrer combien l'appréciation des distances en temps de brume est sujette à erreur.

« Après avoir rallié la côte du Labrador, nous la prolongeâmes à la » distance d'un quart de mille, *à ce qu'il nous semblait;* on la voyait très » vaguement, mais on croyait en distinguer assez bien le pied. Il y avait » calme complet; nous marchions à une vitesse très modérée dépassant » à peine cinq nœuds.

» Au bout de quelque temps, il nous parut qu'il se produisait une » éclaircie dans le brouillard, car nous apercevions une haute colline » se dessiner assez nettement par notre travers; nous jugions que ce devait » être un des sommets de la côte qui est généralement assez élevée dans » cet endroit, lorsque, presque aussitôt, nous vîmes apparaître et s'agiter » sur cette terre des silhouettes gigantesques d'hommes et de femmes; ces » individus nous paraissaient d'une taille presque égale à la hauteur de » la colline !

» Il y eut un moment de profonde stupéfaction; nous avions stoppé, » les géants se mirent à nous parler, et instantanément notre illusion se » dissipa; on lança au large, nous n'étions pas à 40^{m} de terre.

» Un canot nous accosta et nous apprit que nous étions devant *Carrol-* » *Cove,* dont la petite presqu'île, assez basse, nous avait paru dans le brouil- » lard être une montagne. C'est sur cette montagne que nous avions vu » apparaître tout à coup, attirés par le bruit des roues de notre bâtiment, » ces individus qui, pendant un instant, nous parurent fantastiques. »

» Le plus étonnant phénomène d'optique atmosphérique, à laquelle rien ne peut nous soustraire, c'est assurément celui du ciel : chaque observateur occupe le centre du sien, car chacun a son ciel comme il a son horizon [1] et

---

[1] On devrait dire, ce me semble, *le ciel* et non pas *les cieux*. Cette expression, *les cieux*, répond à l'hypothèse des cieux sphériques, isolés de la Terre, transparents, emboîtés l'un dans l'autre comme un joujou chinois, portant les planètes et les étoiles, tournant autour de l'axe du monde, c'est-à-dire à l'hypothèse géométrique des astronomes grecs connue sous le nom de *système de Ptolémée*, et exposée dans le *Songe de Scipion*. Le mot *ciel*, au singulier, correspond à l'univers tel qu'il s'est de tout temps présenté et révélé à nos sens, indépendamment de toute hypothèse.

emporte l'un et l'autre avec lui quand il se déplace. Cette apparence est due aux particules réfléchissantes qui voguent continuellement dans les régions basses de l'atmosphère, particules auxquelles nous devons aussi le bienfait de la lumière diffuse. Leur ensemble forme un fond de tableau plus ou moins éloigné sur lequel se peignent pour nous, en perspective, les astres, les nuages, les montagnes lointaines, mais non les objets voisins dont on apprécie aisément la distance. On peut remplacer ce fond de tableau en forme de cloche ou de voûte par un autre, de figure quelconque, plane par exemple, en se plaçant pendant la nuit devant la vitre d'une fenêtre, dans une chambre dont le plafond soit faiblement éclairé. A travers la vitre on voit les étoiles par réflexion, et, sur la vitre, on voit devant soi l'image du plafond auquel les astres semblent attachés si l'illusion est bien complète.

» D'autre part, il est facile de s'assurer que nous jugeons de la grandeur des objets vus en perspective sur un fond de tableau quelconque, non seulement par l'angle visuel qui est invariable, mais aussi par la distance à laquelle nous imaginons que l'image est placée, c'est-à-dire celle du fond de tableau où elle se peint.

» Ainsi, si vous regardez à travers une vitre une surface éloignée et bien éclairée, une muraille ou le sol, il peut arriver qu'un animal très petit, un moucheron placé à votre insu sur la vitre, ou une petite tache noire, se peigne pour vous sur le fond du tableau que vous considérez et vous paraisse d'une grandeur extraordinaire, bien entendu avec tous les caractères de la vision confuse. Mais, s'il vous arrive de regarder sur la vitre, l'œil, s'accommodant à cette distance, y saisit la tache ou le moucheron, et l'illusion disparaît aussitôt. Vous cessez de voir l'objet se peindre sur le fond du tableau éloigné parce que l'œil le saisit, là où il est, avec ses dimensions habituelles. Pour les astres, la Lune, par exemple, dont la distance est énorme, il n'y a pas d'adaptation possible de l'œil; la Lune ne cesse pas d'être vue en peinture sur le fond de ciel, d'autant plus grande que ce fond de tableau est plus éloigné, c'est-à-dire deux fois plus grande près de l'horizon qu'au zénith [1].

» Dans le cas si frappant que rapporte l'amiral Cloué, le ciel ou fond de tableau ordinaire sur lequel nous ne projetons jamais, même inconsciem-

---

[1] Le fond du tableau, le ciel, est plus éloigné à l'horizon qu'au zénith, parce que la couche de particules aériennes faiblement éclairées est bien plus profonde dans le sens horizontal que verticalement.

ment, les objets voisins, parce qu'il est trop éloigné, le ciel, dis-je, s'était rapproché à 100^m ou 200^m peut-être par l'effet du brouillard, tandis que les individus placés sur la côte et vus en projection sur le fond du tableau n'étaient qu'à une quarantaine de mètres. En se peignant sur le ciel, ils devaient paraître, par vision confuse, bien plus grands que nature, comme des silhouettes gigantesques. Une fois nos marins avertis, l'illusion cessa aussitôt, parce que l'œil ou les yeux s'adaptèrent à la vraie distance (1).

» L'Ouvrage de M. l'amiral Cloué contient bien d'autres passages relatifs à la Physique du globe et pose plus d'un problème moins facile à résoudre que celui que je viens de rapporter. Je citerai, par exemple, ces brumes singulières qui voguent à 2^m ou 3^m au-dessus de la mer, en sorte qu'en descendant dans un canot on peut voir les côtes, tandis que, sur le pont du navire, on ne distingue rien à 20^m de distance, et ces brumes minces et planes dont on se dégage en montant à une vingtaine de mètres, en sorte que le capitaine, pour diriger son navire, n'a qu'à se placer en vigie sur un mât. Ou bien encore ces déviations singulières de l'aiguille aimantée, dues probablement à des attractions locales du fond et auxquelles il semble qu'on puisse se soustraire pour peu qu'on ne repasse pas exactement au même endroit. On apprend surtout, en parcourant ce livre, à admirer ces hardis marins qu'on retrouve sur des mers, encore françaises en partie, aux prises avec toutes les difficultés, tous les dangers qu'une nature impitoyable accumule dans ces parages. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle des vaisseaux lymphatiques dans la production de certains phénomènes pathologiques.* Note de M. **Alph. Guérin.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Ce qui est le plus obscur dans la circulation est certainement ce qui est relatif aux vaisseaux lymphatiques. S'anastomosent-ils avec les dernières ramifications artérielles? Mascagni avait admis cette anastomose; récemment M. Sappey s'est rangé à cette opinion, mais les micrographes l'ont unanimement repoussée.

---

(1) Il faut d'ailleurs que le fond du tableau accidentel ne soit pas trop éloigné, autrement les silhouettes agrandies n'auraient pas l'intensité nécessaire pour être perçues.

» Comme cette question offre un très vif intérêt au point de vue de la Pathogénie, je l'ai étudiée avec le plus grand soin.

» Ce n'est pas à la périphérie du corps que l'on peut voir les artères s'unir aux ramuscules lymphatiques : il n'en est plus de même lorsqu'on étudie la circulation sur un viscère abondamment pourvu de vaisseaux à sa surface externe. Les poumons sont admirablement disposés pour l'étude des vaisseaux lymphatiques que l'on voit à l'œil nu, dès qu'on a ouvert la cage thoracique. On les distingue bien mieux encore quand on les a injectés avec du mercure. Lorsque cette injection a parfaitement réussi, les vaisseaux lymphatiques couvrent la totalité de la surface pulmonaire, et il est impossible d'admettre un instant que les figures polygonales tracées par ces vaisseaux soient autre chose que des lymphatiques. Cette notion est indispensable pour que l'on se rende compte de la valeur de l'expérience suivante.

» Si, par une seringue dont on introduit le tube dans l'artère pulmonaire, on pousse une injection d'eau ou d'un liquide albumineux, au bout de quelques secondes, ce liquide entre dans les vaisseaux lymphatiques et les distend au point de les rendre saillants sous la plèvre.

» Si préalablement on ne s'était pas convaincu qu'il n'y a pas de réseaux veineux à la surface du poumon, on serait tenté de croire que ce sont de petites veines que l'on remplit par l'injection; mais, pour ceux qui ne connaîtraient pas cette disposition anatomique, j'ajouterai que le liquide injecté peut être suivi jusque dans les ganglions lymphatiques qui sont situés au voisinage des grosses bronches.

» Ce qui pourrait jeter quelque doute dans l'esprit des anatomistes, c'est que ce n'est pas le liquide incolore de l'injection qui remplit tout d'abord les lymphatiques : c'est un liquide d'une teinte rougeâtre. Mais le liquide va jusqu'aux ganglions, où l'on peut constater sa présence quand on a injecté une solution de ferrocyanure de potassium; il suffit alors de toucher avec du sulfate de fer la surface d'un ganglion bronchique, car la réaction donne immédiatement naissance à du bleu de Prusse.

» Il n'y a donc pas de doute, on injecte les lymphatiques du poumon en injectant l'artère pulmonaire. On peut donc affirmer que les capillaires artériels s'anastomosent avec les capillaires lymphatiques.

» On se confirme encore davantage dans cette opinion quand on injecte une solution de gélatine. La gélatine pénétrant dans les lymphatiques y devient facile à voir, à cause de la couleur qui lui est propre, et si l'on pique

la surface du poumon avec un tube à injection lymphatique, on ne tarde pas à reconnaître que le mercure pousse devant lui la solution de gélatine.

» Avant d'étudier les corollaires de ce qui précède, je veux examiner les objections qui peuvent m'être faites : la première qui se présente à l'esprit est la difficulté de concevoir une communication directe entre les artères et les vaisseaux lymphatiques, sans que les globules sanguins aillent des unes aux autres; mais rien ne m'autorise à soutenir ce passage des globules. Mes expériences ne m'ont démontré qu'une chose : c'est qu'un liquide analogue au sérum du sang peut passer directement du système artériel dans le système lymphatique.

» Si le sérum du sang passe seul directement des artères dans les vaisseaux lymphatiques, c'est déjà quelque chose : c'est le véhicule des globules blancs.

» Je me suis fait encore une autre objection : je me suis demandé comment une injection poussée dans l'artère pulmonaire peut donner aux vaisseaux lymphatiques une teinte rouge, puisque les globules du sang sont trop gros pour entrer dans des vaisseaux d'une extrême ténuité ($0^{mm},002$, Sappey), mais la réponse est facile : l'hémoglobine seule est entraînée par le liquide de l'injection, dans lequel il se dissout.

» Enfin il est une dernière objection dont j'ai toujours tenu grand compte : n'est-il pas possible que l'épithélium, se détruisant après la mort, établisse des communications qui n'existaient pas durant la vie? Des expériences que j'ai faites sur des lapins que je venais de sacrifier me permettent de penser que la communication existe avant que l'épithélium ait pu être modifié par la mort. D'ailleurs, si l'on admettait que le succès de mes injections tient à ce que des tissus que la vie a abandonnés se sont rompus, cette explication serait moins admissible pour une solution de gélatine qui, s'épanchant au voisinage de la rupture, comprimerait les lymphatiques et n'y entrerait pas.

» Cette communication ne m'intéresse pas, d'ailleurs, comme un simple fait anatomique; elle a surtout de l'intérêt, parce qu'elle nous permet de comprendre certains phénomènes pathologiques. S'il faut, en effet, si peu de chose pour que les vaisseaux lymphatiques soient envahis par des éléments qu'ils ne sont pas destinés à contenir, il n'est plus difficile de comprendre l'*inflammation*. Le type de l'inflammation n'est-il pas le phlegmon? Or les chirurgiens sont, je crois, unanimes pour admettre que

cette maladie se produit et se propage dans les vaisseaux lymphatiques du tissu conjonctif.

» Si les vaisseaux lymphatiques donnent accès à des éléments du sang, ne nous sera-t-il pas plus facile de comprendre la suppuration par des globules qui forcent si facilement le passage, qu'en admettant avec Conheim le filtrage des globules blancs du sang à travers les parois des vaisseaux sanguins, ce qu'il a appelé *diapédèze?*

» Mes études sur la communication des artères avec les lymphatiques me portent à admettre que c'est l'envahissement du territoire des lymphatiques par les globules du sang qui constitue le phénomène primordial de la suppuration.

» Avant de terminer cette Note, je demande la permission de noter un fait qui a son importance au point de vue de la Médecine : j'ai attiré l'attention sur le nombre prodigieux des réseaux lymphatiques qui recouvrent la surface extérieure des poumons; eh bien, lorsque la plèvre s'enflamme, les lymphatiques ne tardent pas à s'oblitérer. C'est par les réseaux que le phénomène commence, et c'est en vain que, sur le poumon du cadavre d'un individu mort dans le cours d'une pleurésie récente, on cherche à les injecter. Pus tard, l'oblitération gagne les vaisseaux d'un volume plus considérable; or, s'il n'est pas prouvé que le liquide qui s'épanche dans la pleurésie provienne des lymphatiques (je suis même porté à croire qu'il s'épanche parce qu'il ne trouve pas de passage à travers les vaisseaux), on ne peut se refuser à penser, en les voyant couvrir si complètement la surface pleurale des poumons, que c'est par eux que se fait l'absorption du liquide épanché, soit que l'on admette les pores ouverts dont l'existence n'est pas démontrée, soit que, avec un éminent physiologiste, on regarde cette opération comme étant un phénomène osmotique.

» Si les vaisseaux lymphatiques sont les agents de l'absorption des liquides épanchés dans la plèvre, il est facile de comprendre que cette résorption ne pourra se produire tant que l'obstruction des vaisseaux persistera. C'est sans doute pour cela que l'on voit des épanchements pleurétiques durer indéfiniment, sans être modifiés par les traitements les plus énergiques, puis disparaître en quelques jours, parce que les voies d'absorption sont devenues perméables. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Hatt** adresse, par l'entremise de M. Bouquet de la Grye, un Rapport sommaire sur les résultats obtenus par la Mission qu'il a dirigée, à Chubut, pour l'observation du passage de Vénus, et une Note de M. *de Penfentenyo*, relative aux observations faites à Montevideo.

Ces divers documents seront imprimés ultérieurement, avec ceux des autres Missions.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les caractères et la nature du processus qui résulte de l'inoculation de la péripneumonie.* Mémoire de M. **G. Colin**, présenté par M. Bouley. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au Concours Montyon.)

« Les données saillantes qui ressortent de ce travail sont les suivantes :

» 1° L'inoculation du virus emprunté à la péripneumonie des bêtes bovines a pour résultat de développer dans les éléments cellulaires sous-jacents à la peau ou dans ceux des interstices musculaires un processus qui est, au point de vue pathologique et histologique, l'équivalent de celui du poumon et des plèvres dans la péripneumonie contagieuse. Ce processus a pour caractère essentiel des exsudats fibrino-albumineux, jaunâtres, chargés de leucocytes, d'épithéliums nucléaires, de granules divers, exsudats semblables à ceux qui sont produits dans les cloisons conjonctives interlobulaires du poumon.

» 2° L'exsudat fourni par le tissu conjonctit irrité à la suite de l'inoculation jouit, par sa partie liquide comme par ses éléments solides, d'une virulence égale à celle des produits de même nature puisés dans le tissu pulmonaire des bêtes affectées de la péripneumonie.

» 3° Les éléments virulents de l'exsudat, pour déterminer pleinement leurs effets de réaction locale, doivent être introduits dans le tissu cellulaire, qui est leur terrain de culture par excellence. Ils ne paraissent pas agir quand ils sont simplement déposés dans les couches superficielles de la peau, à moins que les prolongements cellulaires du derme ne les portent dans les couches conjonctives sous-jacentes.

» 4° Les engorgements considérables à l'appendice caudal, au cou, sous

la poitrine et dans tous les autres points riches en tissu conjonctif où l'insertion virulente peut être pratiquée, de même que les accidents de gangrène ou autres, sont dus, non à la septicité des liquides virulents, mais à leur pénétration dans les points où ils se cultivent et se régénèrent avec trop de facilité.

» 5° Néanmoins il convient, dans la pratique, d'éviter l'emploi des liquides altérés, parce que l'altération, suivant les cas, complique, aggrave les effets de la virulence et souvent les annihile en détruisant la virulence même.

» 6° L'inoculation par les procédés ordinaires ne semble conférer l'immunité que si elle est suivie d'une réaction traduite par la tuméfaction, l'œdème et les exsudats dans une région cellulaire plus ou moins étendue.

» 7° Le degré de l'immunité résultant de l'inoculation paraît proportionnel à l'intensité de la réaction consécutive à cette opération. Cette immunité s'acquiert difficilement par les insertions dermiques superficielles non suivies d'engorgements. Aussi, après ces insertions sans effets appréciables, les réinoculations intracellulaires sont suivies d'accidents graves, souvent mortels. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la possibilité d'augmenter les eaux d'irrigation du Rhône, à l'aide de réserves à établir dans les lacs de Genève, du Bourget et d'Annecy*. Note de M. **Ar. Dumont.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, de Lesseps, P. Thenard, L. Lalanne.)

« M. Vallée, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, proposait, en 1843, de transformer le lac de Genève en une grande réserve d'eau qui permettrait de doubler en étiage le volume du Rhône. On pourrait arriver à ce résultat par des travaux coûtant moins de 4 millions, consistant à établir, à la sortie du lac, à Genève, un barrage muni de vannes régulatrices.

» L'idée de M. Vallée frappa les esprits par sa simplicité et par les grandes améliorations qu'elle aurait pu apporter à l'état de la navigation, à l'aide de dépenses peu considérables. Mais cette idée ne fut point alors acceptée; on objecta, notamment, les difficultés diplomatiques qui pourraient surgir entre la France et les cantons de Genève et de Vaud, bien que l'exécution

de ce projet n'eût pas pour effet d'élever le niveau des plus hautes eaux du lac.

» Depuis lors, cette idée est donc restée à l'état théorique, et l'on a préféré adopter, pour améliorer la navigation, un système de travaux qui coûtera près de quarante millions.

» Depuis 1843, les questions relatives au Rhône ont changé entièrement de face; pendant que l'importance de la navigation diminuait tous les jours par l'établissement de deux chemins de fer parallèles au fleuve, les questions d'irrigation acquéraient un caractère de nécessité absolue. Les populations riveraines demandaient à puiser dans le fleuve les eaux qui leur sont devenues indispensables pour régénérer une Agriculture ruinée par des désastres successifs.

» C'est dans cet ordre d'idées que nous avons été chargé par le Gouvernement, dès 1868, d'étudier un projet de dérivation du Rhône, à partir des roches de Condrieu, d'un débit de 60^{mc} par seconde, et desservant les deux flancs de la vallée depuis Condrieu jusqu'à Béziers. Ce projet, qui aurait pu en été irriguer 45000^{ha} de terres et submerger en hiver 50000^{ha} de vignes, fut approuvé deux fois par le Conseil général des Ponts et Chaussées. Les dépenses, après les vérifications les plus minutieuses, furent portées à 150 millions. Le volume de la dérivation fut réduit à 35^{mc}. En cet état de choses et après dix ans de discussions et d'efforts, mon projet fut déclaré d'utilité publique par la loi de décembre 1879, qui décida que le canal serait exécuté si les propriétaires intéressés supportaient la moitié de la dépense. Cette condition a été remplie.

» On aurait pu croire dès lors qu'il n'y avait plus qu'à passer à l'exécution, mais on comptait sans des oppositions qui suscitèrent plusieurs contre-projets, en sorte que toute question de dérivation du Rhône fut momentanément ajournée par le Sénat.

» C'est une situation déplorable et à laquelle on ne saurait porter trop tôt remède. Il nous paraît intéressant d'examiner aujourd'hui si la reprise de constituer le lac de Genève en réserve ne pourrait pas faire entrevoir pour l'avenir l'augmentation du volume déjà concédé de 35^{mc}, cette éventualité ôtant à la navigation tout prétexte d'élever la moindre objection tant pour le présent que pour l'avenir.

» Depuis 1843, la Savoie a été annexée à la France; les lacs du Bourget et d'Annecy pourraient être également transformés en réserves, dans une proportion moins considérable sans doute, mais encore extrêmement utile, sans soulever des oppositions diplomatiques.

» D'ailleurs, ces difficultés qu'on opposait à M. Vallée à propos du lac de Genève sont-elles aussi grandes qu'on le supposait? On ne peut le penser, puisque l'exécution du barrage n'avait pas pour objet d'augmenter la hauteur des plus grandes eaux du lac, mais se bornait à réglementer avantageusement l'état des eaux hautes ou basses.

» Il convient de rechercher aujourd'hui dans quelle mesure l'application d'une telle idée pourrait augmenter les ressources des irrigations du Midi, sans toucher aux intérêts de la navigation. S'il est possible de discipliner le Rhône, par des travaux aussi simples que peu coûteux, s'étendant sur tout son bassin, l'intérêt des deux pays est de les exécuter. Nous allons donc rechercher dans quelles mesures l'aménagement rationnel de ces trois lacs pourrait augmenter les ressources de l'irrigation, tout en considérant comme définitivement acquis les 35^{mc} accordés par la loi de 1879. Commençons par le lac de Genève.

» *Lac de Genève*. — On sait que ce lac a une superficie de 600000000 de mètres carrés; il se gonfle en été par les eaux qui proviennent de la fonte des neiges et des glaces; son niveau s'élève graduellement: il atteint son maximum du 16 juillet au 29 septembre, et son minimum du 18 décembre au 3 mai.

» En moyenne, les eaux sont au plus haut le 14 août et au plus bas le 7 mars. La montée s'opère en cinq mois et neuf jours, et la descente en six mois et vingt-six jours. La différence de volume du lac, du plus bas étiage aux plus hautes eaux, est de 1770000000 de mètres cubes.

» M. Vallée, en recherchant les volumes actuels d'étiage du Rhône aux cinq points suivants: Genève, le Parc, Lyon, Avignon et Arles, et la proportion dans laquelle il serait possible d'augmenter ces volumes, par la disposition de la réserve, en réglementant le volume du fleuve à la sortie du lac à l'aide de vannes, arrivait aux résultats suivants:

» L'étiage à Genève, de 200^{mc} par seconde, peut être porté à 460^{mc}; au Parc, de 230^{mc} par seconde il peut être porté à 490^{mc}; à Lyon, de 260^{mc} par seconde il peut être porté à 520^{mc}; à Avignon, de 480^{mc} par seconde il peut être porté à 740^{mc}; à Arles, de 520^{mc} par seconde il peut être porté à 780^{mc}.

» Ainsi, entre Lyon et Avignon, le volume d'étiage pourrait être augmenté de 200^{mc} par seconde, et le prélèvement d'un volume de 60^{mc} à la hauteur de Condrieu ne pourrait soulever l'ombre d'une objection.

» *Lacs du Bourget et d'Annecy*. — Si nous considérons maintenant les deux lacs du Bourget et d'Annecy, nous n'y trouverons point sans doute une

réserve aussi puissante; cependant, elle est loin d'être à dédaigner pour les irrigations du Midi.

» Ces deux lacs agissent, comme celui de Genève, sur le régime du fleuve; ils concourent, avec ce dernier, à l'amélioration du Rhône. Le volume qui s'y accumule, lors de la fonte des neiges, est de 70 millions de mètres cubes. Les variations de hauteur ne sont, en moyenne, pour le lac du Bourget que de $1^m,60$ et, pour le lac d'Annecy, que de $0^m,70$.

» En résumé, et en dehors du lac de Genève, c'est une réserve totale de 70 millions de mètres cubes au moins, qui, répartis sur les deux mois de pénurie du Rhône, représentent un volume constant de plus de *treize mètres cubes par seconde*. »

M. G. **Cabanellas** adresse une réclamation de priorité au sujet des résultats signalés dans la Note récente de M. *Joubert* : « Sur la théorie des machines électromagnétiques (¹) ».

L'auteur rappelle, à l'appui de cette réclamation, les Communications qu'il a adressées lui-même le 23 juin 1880 et le 9 janvier 1882; puis, à la Société de Physique, au mois de novembre 1882.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une Lettre par laquelle la ville de Nemours informe l'Académie qu'elle ouvre une souscription pour élever une statue au mathématicien *Etienne Bézout*.

ASTRONOMIE. — *Déterminations de longitudes, effectuées au Chili, par la Mission du passage de Vénus.* Lettre de M. **de Bernardières** à M. le Président.

« Valparaiso, le 3 février 1883.

» J'ai l'honneur de porter à votre connaissance l'état d'avancement des travaux de différences de longitude, dont le Bureau des Longitudes a bien voulu nous confier l'exécution et qui auront l'avantage de fournir une

(¹) *Comptes rendus*, 5 mars 1883, p. 641 de ce Volume.

longitude très exacte pour la station du Cerro Negro, où j'ai observé le phénomène du passage de Vénus.

Cerro Negro-Santiago	Terminée.
Santiago-Valparaiso	Terminée.
Valparaiso-Buenos Ayres	Terminée.
Valparaiso-Churillos	Terminée.
Churillos-Lima-Callao	En voie d'exécution.
Valparaiso-Churillos-Panama	A exécuter.

» Le travail avec Buenos Ayres, commencé depuis près d'un mois, n'a pu être achevé que ces jours derniers, à cause de la difficulté de réunir simultanément des conditions favorables sur les bords des deux Océans et dans tout le parcours d'une ligne aérienne qui, après avoir franchi la Cordillère des Andes à une hauteur de 4000^{m}, s'étend dans la région des Pampas, sujette à des troubles électriques très intenses.

» J'ai terminé, il y a deux jours, le travail avec Churillos, qu'il faut maintenant relier à Lima et au Callao. Les communications avec le câble sous-marin, rompu déjà plusieurs fois, ne s'effectuent pas sans difficulté et, pour obtenir de bons signaux, j'ai dû placer les deux stations aussi près que possible des aboutissements du câble. C'est par la même raison que les employés sont obligés de faire, chaque soir, le trajet des bureaux des villes aux cabanes de la plage, distantes souvent de plusieurs lieues, pour supprimer les petites lignes aériennes intermédiaires et nous donner la communication directe. Aussi ne saurions-nous trop remercier la Compagnie anglaise du *West Coast of America Telegraph*. Je viens d'obtenir les mêmes facilités de la Compagnie américaine du *Central and South American Cable*, qui vient de poser le câble entre Panama et Churillos.

» Dans les opérations avec Buenos Ayres, la Compagnie *Transandine* n'a pas montré moins d'empressement à nous être agréable. Chaque nuit, les employés de cette Compagnie, qui, comme celles des Câbles sous-marins, ne travaillent que le jour, étaient placés par ses soins auprès des nombreux relais de cette ligne, afin d'en surveiller le bon fonctionnement. D'un autre côté, l'appui du gouvernement chilien a été aussi complet et aussi empressé que possible, tant par le matériel que par les employés qu'il a bien voulu mettre à ma disposition. C'est ainsi que, pour la seule station de Valparaiso, j'ai dû faire construire trois lignes, dont une comprend un câble isolé de près de 2^{km} de longueur. Au Pérou, nous avons trouvé le même concours obligeant auprès de M. l'amiral Lynch, qui commande en chef l'armée d'occupation.

» Panama est, sur le chemin de retour, notre dernière étape qui reliera la côte occidentale de l'Amérique du Sud à l'Europe par l'intermédiaire de l'Amérique du Nord, comme nous venons de la relier à Buenos Ayres et une première fois à l'Europe par l'intermédiaire du Brésil. J'ai bon espoir dans la réussite, et nous avons eu la chance de devancer les Américains qui, d'après les renseignements que l'on m'envoie de Lima, se disposaient à faire très prochainement ce travail.

» En raison de la non-coïncidence des paquebots, l'installation ne pourra être commencée à Panama avant le 15 février prochain, mais le ciel y est beau en cette saison, et j'espère que nous nous mettrons en route pour l'Europe vers le 1er mars, restant ainsi dans la limite des deux mois fixée pour la durée des opérations.

» A mon retour, je séjournerai quelques jours à Buenos Ayres, pour faire ma différence d'équation personnelle avec M. Beuf. J'ai renouvelé fréquemment cette mesure avec M. Barnaud. Nous avons effectué la même détermination pour l'échange des signaux lumineux employés par le câble sous-marin, et croyez, Monsieur le Président, que je ferai tous mes efforts pour assurer la réussite de cet important travail, tout en hâtant le plus possible son exécution.

» D'un autre côté, je profite de toutes les occasions qui se présentent pour effectuer les déterminations magnétiques qui, je l'espère, pourront être reliées à celles du cap Horn et fournir les indications utiles pour nos cartes marines. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des diviseurs d'un nombre entier.* Note de M. **T.-Q. Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« Désignons par $f(n)$ le nombre des diviseurs de n; nous allons faire voir qu'on a alors

$$(1) \qquad \lim\left[\frac{f(1)+f(2)+\ldots+f(n)}{n} - \log n\right] = A \quad \text{pour } n=\infty.$$

A est une constante égale à $-1-2\Gamma'(1)$; sa valeur numérique est

$$A = 0,1544313298o3\ldots,$$

» Voici quelques valeurs de la fonction qui figure dans le premier mem-

bre de la formule (1) :

$$n = 100,\qquad 0,2148,\qquad \ldots,$$
$$n = 1000,\qquad 0,161245,\qquad \ldots,$$
$$n = 100000,\qquad 0,154574535,\qquad \ldots,$$

» En considérant l'ensemble des nombres 1, 2, .., n avec leurs diviseurs, on voit facilement que le nombre de fois que $p \leqq n$ y figure est $E\left(\frac{n}{p}\right)$; donc

$$f(1) + f(2) + \ldots + f(n) = \sum_{p=1}^{p=n} E\left(\frac{n}{p}\right).$$

» Nommons $r_1, r_2, r_3, \ldots$ les restes que l'on obtient en divisant n successivement par $n, n-1, n-2, \ldots$, en sorte que $r_k \leqq n-k$; alors

$$\sum_1^n E\left(\frac{n}{p}\right) = n\sum_1^n \frac{1}{p} - \sum_1^n \frac{r_p}{n-p+1},$$

et ensuite

$$\frac{f(1)+f(2)+\ldots+f(n)}{n} - \log n = \sum_1^n \frac{1}{p} - \log n - \sum_1^n \frac{r_p}{n(n-p+1)}.$$

» Or on sait que

$$\lim \sum_1^n \frac{1}{p} - \log n = -\Gamma'(1),$$

et dès lors nous n'aurons plus qu'à démontrer que l'expression

$$(2)\qquad \sum_1^n \frac{r_p}{n(n-p+1)}$$

converge vers une limite déterminée.

» Or cela est facile, en remarquant que, pour $n = \infty$, on a

$$\sum_1^{n-E\left(\frac{n}{2}\right)} \frac{r_p}{n(n-p+1)} = \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x\,dx}{1-x} = \log 2 - \frac{1}{2},$$

$$\sum_{n-E\left(\frac{n}{2}\right)+1}^{n-E\left(\frac{n}{3}\right)} \frac{r_p}{n(n-p+1)} = \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x\,dx}{1-x} = \log\frac{3}{2} - \frac{1}{3},$$

$$\sum_{n-E\left(\frac{n}{3}\right)+1}^{n-E\left(\frac{n}{4}\right)} \frac{r_p}{n(n-p+1)} = \int_0^{\frac{1}{4}} \frac{x\,dx}{1-x} = \log\frac{4}{3} - \frac{1}{4}.$$

en sorte que l'on obtient pour la limite de l'expression (2)

$$\sum_1^\infty \left[\log\left(\frac{p+1}{p}\right) - \frac{1}{p+1} \right] = \sum_1^\infty \left[\frac{1}{2}\left(\frac{1}{p+1}\right)^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{1}{p+1}\right)^3 + \frac{1}{4}\left(\frac{1}{p+1}\right)^4 + \ldots \right]$$

ou bien, en posant $S_k = \sum_1^\infty \frac{1}{p^k}$,

$$\text{(3)} \qquad \lim \sum_1^n \frac{r_p}{n(n-p+1)} = \tfrac{1}{2}(S_2 - 1) + \tfrac{1}{3}(S_3 - 1) + \tfrac{1}{4}(S_4 - 1) + \ldots$$

» Maintenant, on considère le développement

$$\log\Gamma(1-x) = -\Gamma'(1)x + \tfrac{1}{2}S_2 x^2 + \tfrac{1}{3}S_3 x^3 + \tfrac{1}{4}S_4 x^4 + \ldots;$$

en retranchant

$$\log\frac{1}{1-x} = x + \tfrac{1}{2}x^2 + \tfrac{1}{3}x^2 + \ldots,$$

on aura

$$\log\Gamma(2-x) = -[1+\Gamma'(1)]x + \tfrac{1}{2}(S_2 - 1)x^2 + \tfrac{1}{3}(S_3 - 1)x^3 + \ldots$$

et, posant $x = 1$,

$$1 + \Gamma'(1) = \tfrac{1}{2}(S_2 - 1) + \tfrac{1}{3}(S_3 - 1) + \ldots;$$

donc

$$\text{(4)} \qquad \lim \sum_1^n \frac{r_p}{n(n-p+1)} = 1 + \Gamma'(1),$$

ce qui achève la démonstration du résultat annoncé. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles.* Note de M. G. **Darboux**.

« Considérons une équation quelconque aux dérivées partielles définissant une fonction z de plusieurs variables indépendantes. Si l'on y remplace z par $z + \varepsilon z'$, que l'on développe suivant les puissances de ε et que l'on égale à zéro le coefficient de ε, on aura une équation linéaire par rapport à z', que j'appellerai l'*équation auxiliaire* et dont la considération joue un grand rôle dans la théorie de l'équation proposée. L'équation auxiliaire définit les solutions infiniment peu différentes d'une solution donnée; elle a, par conséquent, une signification qui ne dépend en aucune manière du choix des variables et qui subsiste après un changement quelconque de ces variables. Comme elle est linéaire, son étude est relativement facile,

et cette étude peut, d'ailleurs, conduire à des résultats très importants se rapportant à l'équation proposée elle-même. Supposons, par exemple, que cette dernière équation admette une intégrale dans laquelle figurent des fonctions arbitraires avec leurs dérivées jusqu'à un ordre déterminé. Il devra en être de même pour l'équation auxiliaire en z', quand on y remplacera z par une solution quelconque de l'équation donnée. Si donc il existe des solutions z de la proposée pour lesquelles l'équation auxiliaire n'admet pas d'intégrale de cette nature, il en sera de même pour l'équation proposée.

» Sans entrer dans de plus grands détails sur l'emploi de l'équation auxiliaire, je considérerai aujourd'hui deux problèmes de Géométrie auxquels j'ai appliqué la méthode que je viens d'exposer.

» Considérons une surface (Σ) et cherchons toutes les surfaces infiniment voisines qui formeraient avec (Σ) une famille d'un système triple orthogonal. On peut démontrer très facilement que ce problème, déjà étudié par M. Cayley, équivaut à l'un quelconque des deux suivants :

» *Trouver les surfaces admettant la même représentation sphérique que la surface* (Σ).

» Ou bien :

» *Trouver tous les systèmes de cercles normaux à une famille de surfaces dont fait partie la surface* (Σ).

» Il résulte immédiatement de ce rapprochement que, si l'on sait résoudre le problème de la représentation sphérique pour une surface (Σ), on saura le résoudre aussi pour les surfaces inverses ou transformées par rayons vecteurs réciproques de (Σ).

» Cette proposition nous permet, toutes les fois que le problème de la représentation sphérique sera résolu par une surface particulière, d'obtenir par de simples quadratures la solution de ce même problème pour une suite illimitée de surfaces nouvelles se déduisant les unes des autres et contenant dans leur équation un nombre de plus en plus grand de fonctions arbitraires. Ces résultats sont d'accord avec ceux que j'ai fait connaître dans une récente Communication.

» Considérons maintenant un autre problème : *La recherche des surfaces applicables sur une surface donnée*. On sait toute la difficulté de cette question, qui n'a encore été complètement résolue que pour les surfaces développables et deux surfaces de révolution. Conformément aux idées précédentes, nous commencerons par rechercher les surfaces applicables sur une surface (Σ) et infiniment voisines de (Σ).

» Si l'on désigne par δx, δy, δz les accroissements que prennent x, y, z quand on passe de la surface (Σ) au point correspondant de la surface infiniment voisine, on trouvera, en exprimant que l'arc d'une courbe ne change pas de longueur, l'équation

$$dx\, d\delta x + dy\, d\delta y + dz\, d\delta z = 0.$$

Si donc x_1, y_1, z_1 désignent des quantités finies proportionnelles à δx, δy, δz, on aura

$$dx\, dx_1 + dy\, dy_1 + dz\, dz_1 = 0.$$

Cette équation exprime que la surface (Σ) et la surface (Σ_1) lieu du point (x_1, y_1, z_1) se correspondent point par point, de manière que les éléments correspondants soient perpendiculaires. Nous retombons ainsi sur le problème de la transformation par orthogonalité des éléments, posé par M. Moutard, problème qui acquiert par là un nouveau degré d'intérêt [1].

» Le problème de Géométrie, posé par M. Moutard, se ramène presque immédiatement, comme l'a indiqué ce savant géomètre, à la question d'Analyse dont il a donné la solution complète dans un Mémoire présenté à l'Académie et publié par extrait dans le XLVe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*.

» Les surfaces pour lesquelles on sait le résoudre se partagent en différentes *classes*. Pour chacune d'elles on connaît les expressions de x, y, z en fonction des paramètres α, β des lignes asymptotiques. Ces expressions contiennent au moins quatre fonctions arbitraires. Cela posé, si l'on veut trouver toutes les surfaces applicables sur une surface donnée et ne contenant dans leur équation que des fonctions arbitraires avec leurs dérivées jusqu'à un ordre déterminé, ces surfaces devront toutes faire partie de l'une des classes que nous venons de définir.

» Les surfaces de la première classe sont définies par les équations suivantes :

$$\begin{aligned} x &= A_1 B_2 - A_2 B_1 + \int A_2\, dA_1 - A_1\, dA_2 - \int B_2\, dB_1 - B_1\, dB_2, \\ y &= A_2 B - A B_2 + \int A\, dA_2 - A_2\, dA - \int B\, dB_2 - B_2\, dB, \\ z &= A B_1 - B A_1 + \int A_1\, dA - A\, dA_1 - \int B_1\, dB - B\, dB_2, \end{aligned}$$

[1] Ce rapprochement entre deux questions si différentes est extrêmement utile, comme je le montrerai, dans la recherche de toutes les surfaces applicables sur une surface donnée;

où A, A_1, A_2 sont des fonctions d'un même paramètre α; B, B_1, B_2 des fonctions d'un autre paramètre β.

Si l'on suppose que ces fonctions soient liées par les relations

$$A^2 + A_1^2 + A_2^2 = \varepsilon,$$
$$B^2 + B_1^2 + B_2^2 = \varepsilon,$$

on aura toutes les surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution si $\varepsilon = 1$, et sur les développées des surfaces minima si $\varepsilon = 0$.

» Ces surfaces jouissent de nombreuses propriétés géométriques, sur lesquelles je n'insiste pas en ce moment. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application des intégrales elliptiques et ultra-elliptiques à la théorie des courbes unicursales.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« **1.** En désignant par t un paramètre variable, considérons une courbe unicursale dont la tangente soit déterminée par l'équation

$$xf(t) + y\varphi(t) + \theta(t) = 0,$$

où $f(t)$, $\varphi(t)$ et $\theta(t)$ désignent des polynômes entiers. L'expression de la distance d'un point quelconque du plan à cette tangente renferme le radical $\sqrt{f^2(t) + \varphi^2(t)}$, que j'écrirai sous la forme $P(t)\sqrt{F(t)}$, en mettant en évidence la partie rationnelle. Si $F(t)$ est une constante, la distance d'un point du plan à la tangente est déterminée en grandeur et en signe; alors la courbe est de l'espèce de celles que j'ai étudiées sous le nom de *courbes de direction*. Dans le cas contraire, la courbe doit être considérée comme double, en sorte qu'en chaque point on peut mener deux tangentes qui sont des semi-droites opposées.

» Une tangente étant donnée (en position et en direction), il lui correspond non seulement une valeur du paramètre t, mais encore une valeur déterminée du radical $\sqrt{F(t)}$. Si la courbe est une ellipse ou une hyperbole, $F(t)$ est du quatrième degré; en considérant ces coniques comme enveloppes de semi-droites, on doit donc dire qu'elles sont du genre un,

---

je l'ai indiqué dans une Communication faite le 17 décembre 1873 à la *Société mathématique*. Depuis MM. Lecornu et Beltrami ont publié de belles recherches sur la déformation infiniment petite des surfaces, mais en se plaçant surtout au point de vue mécanique.

et il y existe, à ce point de vue, une infinité d'autres courbes unicursales du genre un, à savoir celles pour lesquelles on a

$$f^2(t) + \varphi^2(t) = P^2(t)F(t),$$

$F(t)$ étant un polynôme du troisième ou du quatrième ordre.

» Soient K une conique donnée, A et B deux tangentes fixes à cette courbe. Menons une tangente quelconque T et construisons le cycle bien déterminé qui touche A, B et T; ce cycle et la conique ont en commun une quatrième tangente Θ et il est clair, d'après cette construction, que Θ est parfaitement déterminée quand on se donne T et réciproquement; ces deux tangentes forment une involution sur la courbe.

» T étant déterminée par le paramètre t et une valeur de $\sqrt{F(t)}$, soient Θ et $\sqrt{F(\theta)}$ les valeurs du paramètre et du radical correspondant à la tangente Θ; il résulte immédiatement de ce qui précède que l'on doit avoir des relations de la forme

$$\theta = \Phi\left[t, \sqrt{F(t)}\right], \quad \sqrt{F(\theta)} = \Psi\left[t, \sqrt{F(t)}\right],$$

où Φ et Ψ désignent des fonctions rationnelles, et, en même temps,

$$t = \Phi\left[\theta, \sqrt{F(\theta)}\right], \quad \sqrt{F(t)} = \Psi\left[\theta, \sqrt{F(\theta)}\right].$$

Ces relations font prévoir le rôle que jouent dans cette question les fonctions elliptiques. En général, si l'on a une courbe quelconque de direction dont l'équation renferme des paramètres variables et si l'on considère les tangentes communes à cette courbe et à la conique H, on déduit du théorème d'Abel la relation

$$\frac{dt}{\sqrt{F(t)}} + \frac{dt'}{\sqrt{F(t')}} + \frac{dt''}{\sqrt{F(t'')}} + \ldots = 0,$$

où les quantités t, $\sqrt{F(t)}$, t', $\sqrt{F(t')}$, ... sont déterminées par les diverses tangentes communes. Considérant en particulier les cycles qui touchent les tangentes fixes A et B, on a, par suite,

$$\frac{dt}{\sqrt{F(t)}} + \frac{d\theta}{\sqrt{F(\theta)}} = 0.$$

Les tangentes correspondantes T et Θ se coupent en un point M dont il est aisé d'avoir le lieu; si l'on désigne par α et β les points où T est rencontrée par les tangentes correspondant à T et à la semi-droite opposée

— T, on voit que T ne rencontre le lieu qu'aux points α et β; d'où il suit que le lieu est une conique. D'ailleurs, si T est isotrope, comme elle se confond avec son opposée, les points α et β sont confondus : donc cette droite touche le lieu qui est ainsi une conique ayant les mêmes foyers que H. Cette conique passe d'ailleurs par le point de rencontre des tangentes fixes A et B et elle est entièrement déterminée par la condition que la bissectrice [1] de A et de B lui est tangente.

» On retrouve ainsi une proposition donnée déjà par Chasles, mais avec moins de précision ; les signes des radicaux qui entrent dans la relation (1) sont, comme on le voit, parfaitement déterminés par les directions des tangentes considérées.

» 2. Il résulte de ce qui précède que, si l'on détermine chaque tangente à la conique H par l'argument d'une fonction elliptique, la condition nécessaire et suffisante pour que quatre tangentes touchent un même cycle est que la somme des arguments soit congrue à zéro, suivant les deux périodes de la fonction. Comme un hypercycle cubique est déterminé par cinq tangentes, on peut énoncer également cette proposition : *Pour que six tangentes à* H *touchent un même hypercycle cubique, il faut et il suffit que la somme de leurs arguments soit nulle.*

» En particulier, le problème de construire un cycle osculateur d'une conique [2] qui touche une tangente donnée se ramène à la résolution de l'équation $\sin \mathrm{am}\, 3x = \sin \mathrm{am}\, \alpha$.

» 3. Des considérations entièrement analogues s'appliquent aux intégrales ultra-elliptiques. On peut aussi étudier des courbes non-unicursales et déterminer leur genre quand on les considère comme enveloppes de semi-droites; dans l'espace, les courbes gauches donnent lieu à une étude

---

[1] Je rappelle que je nomme *bissectrice* de deux semi-droites la droite parfaitement déterminée qui est le lieu des centres des cycles qui touchent ces semi-droites.

[2] Dans le cas de la parabole, le polynôme $F(t)$ est du second degré : cette courbe est donc du genre zéro et l'on ne peut plus mener que trois cycles osculateurs qui touchent une tangente donnée. Cette tangente et les tangentes menées aux points d'osculation touchent un même cycle, proposition analogue à la suivante, due à Steiner : *Il y a trois cercles osculateurs à une conique, qui passent par un point de cette courbe; ce point et les trois points d'osculation sont sur un même cercle.*

Étant donnée une parabole, on peut du reste, à chaque tangente menée à cette courbe, faire correspondre un point d'une hyperbole, de telle sorte que, quand quatre tangentes à la parabole touchent un même cycle, les quatre points correspondants de l'hyperbole sont sur un même cercle.

et à des propositions semblables et, bien que cette extension se présente d'elle-même très aisément, je reviendrai sur ce sujet, si l'Académie veut bien me le permettre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration d'un théorème fondamental de la théorie des équations algébriques.* Note de M. **Walecki**, présentée par M. Hermite.

« Le théorème que je veux démontrer est le suivant : *Toute équation algébrique a une racine,* et je traiterai d'abord le cas où le degré de l'équation est un nombre impair.

» Le théorème est évident si les coefficients sont réels; en les supposant imaginaires, soient $P + iQ$ son premier membre et $f(x) = P^2 + Q^2$: il est clair qu'il suffit de prouver que l'équation, de degré $2p$, $f(x) = 0$ a au moins une racine.

» A cet effet, je pose $x = y + z$ et, en distinguant, dans le développement de $f(y + z)$, la partie paire en z et la partie impaire,

$$f(x) = \varphi(z^2) + z\psi(z^2).$$

» Le résultant des polynômes φ et ψ est un polynôme réel et de degré impair par rapport à y, car son terme du plus haut degré est du degré $p(2p - 1)$ et le coefficient de ce terme est le résultant de $(x + 1)^m$ et de $(x - 1)^m$, lequel est essentiellement différent de zéro. Ce résultant s'annule donc pour une valeur réelle de y.

» Deux circonstances peuvent alors se présenter. L'un des polynômes φ et ψ peut être identiquement nul, et ce sera ψ, car le coefficient du terme de degré le plus élevé dans φ est différent de zéro; alors, φ étant du degré impair p, $f(x)$ admet un diviseur réel du second degré. Si ψ n'est pas identiquement nul, φ et ψ ont un diviseur commun et $f(x)$ est décomposable en le produit de deux facteurs. Au cas où l'un des facteurs est de degré impair, il admet un diviseur réel du premier degré qui divise $f(x)$; sinon l'un au moins des facteurs $f_1(x)$ est de degré $2p'$, p' étant un nombre impair inférieur à p. On opérera sur $f_1(x)$ comme sur $f(x)$ et l'on prouvera qu'il a un facteur réel du premier ou du second degré, ou un facteur réel $f_2(x)$ de degré $2p''$, p'' étant un nombre impair inférieur à p'.

» Ce dernier cas ne pourra pas, du reste, se présenter indéfiniment en continuant la série des opérations, car on serait ainsi conduit à former une suite illimitée de polynômes dont les degrés iraient en décroissant.

» On déterminera donc nécessairement un diviseur du premier ou du second degré de $f(x)$ à coefficients réels, ce qui démontre la proposition énoncée.

» Considérons maintenant une équation à coefficients réels ou imaginaires et dont le degré m soit égal à $2^i p$, p étant un nombre impair.

» Pour abréger, je dirai que le nombre m est de parité i, et je vais démontrer que, si le théorème est établi pour toutes les équations dont le degré est de parité inférieure à i, il est encore vrai pour une équation de parité i; il sera, par suite, établi dans toute sa généralité, puisqu'il est vrai pour la parité zéro.

Soit $f(x)$ le premier membre de l'équation; posons, comme ci-dessus,

$$x = y + z \quad \text{et} \quad f(x) = \varphi(z^2) + z\psi(z^2).$$

» Le résultant de φ et de ψ est de degré $\frac{m(m-1)}{2} = 2^{i-1}p(2^i p - 1)$ par rapport à y; il est donc de la parité $(i-1)$ et, par suite, s'annule pour une valeur réelle ou imaginaire de y. En remarquant que φ est de parité $(i-1)$, on prouvera, comme plus haut, que $f(x)$ admet un diviseur du premier ou du second degré à coefficients réels ou imaginaires, ou un diviseur $f_1(x)$ de parité i, mais de degré inférieur à celui de $f(x)$; on prouvera également que $f_1(x)$ admet un diviseur du premier ou du second degré, ou un diviseur $f_2(x)$ de parité i et d'un degré inférieur à celui de $f_1(x)$. En continuant ces opérations, il est clair, puisque le dernier cas ne peut se présenter indéfiniment, que l'on déterminera un diviseur de $f(x)$ du premier ou du second degré, et, comme l'on sait qu'une équation du second degré à coefficients imaginaires est décomposable en facteurs du premier degré, la proposition énoncée est entièrement démontrée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Table des formes quadratiques quaternaires positives réduites dont le déterminant est égal ou inférieur à* 20. Note de M. L. **Charve**, présentée par M. Hermite.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la Table des formes quadratiques quaternaires positives réduites dont le déterminant ne surpasse pas le nombre 20. J'ai employé, pour opérer la réduction, la méthode que j'ai publiée dans les *Comptes rendus* en 1881 et qui est la généralisation de la méthode donnée par M. Selling pour les formes ternaires. Cette Table

offrira peut-être quelque intérêt aux mathématiciens qui s'occupent de la théorie des nombres.

» Dans ce qui suit, D désigne le déterminant, et les formes réduites du déterminant D sont placées sous l'accolade correspondant à chaque valeur de D.

D = 1	$x^2 + y^2 + z^2 + t^2$	
D = 2	$x^2 + y^2 + z^2 + 2t^2$	
D = 3	$x^2 + y^2 + z^2 + 3t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2zt$
D = 4	$x^2 + y^2 + z^2 + 4t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 2t^2$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2yt - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2xt - 2yt - 2zt$
D = 5	$x^2 + y^2 + z^2 + 5t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2xy - 2xz - 2yt$	
D = 6	$x^2 + y^2 + z^2 + 6t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 3t^2$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2zt$	
D = 7	$x^2 + y^2 + z^2 + 7t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2zt$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2yz - 2zt$	
D = 8	$x^2 + y^2 + z^2 + 8t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 4t^2$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2$	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2zt$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2yt - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2yt - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2xz - 2yz - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xy - 2yz - 2yt - 2zt$
D = 9	$x^2 + y^2 + z^2 + 9t^2$	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 3t^2$
	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2yz$
	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xy - 2yz - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2xy - 2zt$
D = 10	$x^2 + y^2 + z^2 + 10t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 5t^2$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2yz - 2zt$
D = 11	$x^2 + y^2 + z^2 + 11t^2$	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2zt$
	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 6t^2 - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2xt - 2yz - 2zt$
D = 12	$x^2 + y^2 + z^2 + 12t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 6t^2$
	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 4t^2$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2yz$	$x^2 + y^2 + 4z^2 + 4t^2 - 4zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2 - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2xz - 2yz$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2yt - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xz - 2yt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2xt - 2yt - 2z^2$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2xz - 2yz - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 4z^2 + 4t^2 - 2xy - 2yz - 2yt - 4zt$	
D = 13	$x^2 + y^2 + z^2 + 13t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 7t^2 - 2zt$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2yz - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2yt - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2xz - 2yz - 2yt$	
D = 14	$x^2 + y^2 + z^2 + 14t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 7t^2$
	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 5t^2 - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2yz - 2zt$	
D = 15	$x^2 + y^2 + z^2 + 15t^2$	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 5t^2$
	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 8t^2 - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2yz$
	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2yz$	$x^2 + y^2 + 4z^2 + 4t^2 - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2xy - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xy - 2yz - 2yt$
	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2xy - 2yz - 2yt - 2zt$	$2x^2 + 3y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2xy - 2xz - 2xt - 2yt - 2zt$
D = 16	$x^2 + y^2 + z^2 + 16t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 8t^2$
	$x^2 + y^2 + 4z^2 + 4t^2$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 2t^2$	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2zt$
	$x^2 + y^2 + 4z^2 + 5t^2 - 4zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2xy - 2xz$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 6t^2 - 2yz - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xy - 2xz - 2yt$
	$2x^2 + 3y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xy - 4yt - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2yt - 2zt$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2yt - 2zt$	$x^2 + 3y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2yz - 2yt - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2xz - 2yz - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2xz - 2yz - 4zt$
	$2x^2 + 3y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xy - 2xz - 2xt - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2xy - 2xz - 2yt + 2zt$

D		
D = 17	$x^2 + y^2 + z^2 + 17t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 9t^2 - 2zt$
	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 6t^2 - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2yz - 2yt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2xy - 2yz - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2xt - 2yz - 2zt$
D = 18	$x^2 + y^2 + z^2 + 18t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 9t^2$
	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 6t^2$	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2$
	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 6t^2 - 2yz$
	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2yz - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2yz$
	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xy - 2xt - 2zt$	
D = 19	$x^2 + y^2 + z^2 + 19t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 10t^2 - 2zt$
	$x^2 + y^2 + 4z^2 + 5t^2 - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 7t^2 - 2yz - 2zt$
	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2yt - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xz - 2yz - 2yt$
D = 20	$x^2 + y^2 + z^2 + 20t^2$	$x^2 + y^2 + 2z^2 + 10t^2$
	$x^2 + y^2 + 4z^2 + 5t^2$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2$
	$x^2 + y^2 + 3z^2 + 7t^2 - 2zt$	$x^2 + y^2 + 4z^2 + 6t^2 - 4zt$
	$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2yz$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 3t^2 - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 5t^2 - 2xz - 2yz$	$x^2 + 3y^2 + 3z^2 + 4t^2 - 2yz - 4yt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 4t^2 - 2yz - 2zt$	$x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 6t^2 - 2yt - 2zt$
	$x^2 + 2y^2 + 4z^2 + 4t^2 - 2yt - 4zt$	$2x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 3t^2 - 2xt - 2yt - 2zt$
	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 6t^2 - 2xz - 2yz - 2zt$	$2x^2 + 2y^2 + 2z^2 + 6t^2 - 2xy - 2xz - 2yt + 2zt$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Méthode pour obtenir la formule donnant l'intégrale générale de l'équation différentielle*

$$(1)\qquad x^n \frac{d^n y}{dx^n} + A_1 x^{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + A_2 x^{n-2} \frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + A_n y = f(x)$$

au moyen d'une intégrale définie multiple; par M. l'abbé **Aoust.**

« On suppose que, dans l'équation (1), $A_1, A_2, \ldots, A_n$ sont des constantes; proposons-nous de résoudre la question suivante :

» 1° *Etant donnée la relation*

$$(2)\qquad \psi(x) = \int_0^1 da_n \int_0^1 da_{n-1} \ldots \int_0^1 da_1\, \varphi\left(a_n^{\frac{1}{\alpha_n}} a_{n-1}^{\frac{1}{\alpha_{n-1}}} \ldots a_1^{\frac{1}{\alpha_1}} x\right),$$

déterminer la fonction φ *au moyen de la fonction* ψ.

» On pose $a_1^{\frac{1}{\alpha_1}} x = z_1$; on en déduit $da_1 = \alpha_1 \frac{dz_1}{z_1} \frac{z_1^{\alpha_1}}{x^{\alpha_1}}$; par suite, on a

$$\frac{1}{\alpha_1} x^{\alpha_1} \psi(x) = \int_0^x z_1^{\alpha_1 - 1} dz_1 \int_0^1 da_n \int_0^1 da_{n-1} \ldots \int_0^1 da_2\, \varphi\left(a_n^{\frac{1}{\alpha_n}} a_{n-1}^{\frac{1}{\alpha_{n-1}}} \ldots a_2^{\frac{1}{\alpha_2}} z_1\right);$$

on pose $a_2^{\frac{1}{\alpha_2}} z_1 = z_2$, on opère de même, et l'on élimine a_2; on obtient

$$\frac{x^{\alpha_1} \psi(x)}{\alpha_1 \alpha_2} = \int_0^x z_1^{\alpha_1 - \alpha_2 - 1} dz_1 \int_0^{z_1} z_2^{\alpha_2 - 1} dz_2 \int_0^1 da_n \int_0^1 da_{n-1} \ldots \int_0^1 da_3\, \varphi\left(a_n^{\frac{1}{\alpha_n}} \ldots a_3^{\frac{1}{\alpha_3}} z_2\right).$$

En continuant de la même manière, on élimine successivement $a_3, a_4, \ldots,$

a_n, et l'on tombe sur la relation

$$\frac{x^{\alpha_1}\psi(x)}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_{n-1}\alpha_n}=\int_0^x z_1^{\alpha_1-\alpha_2-1}dz_1\int_0^{z_1} z_2^{\alpha_2-\alpha_3-1}dz_2\int_0^{z_2} z_3^{\alpha_3-\alpha_4-1}dz_3\ldots\int_0^{z_{n-1}}\varphi(z_n)z_n^{\alpha_n-1}dz_n.$$

Or cette équation peut être mise sous la forme

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned}\frac{\psi(x)}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}=x^{-\alpha_1}\int_0^x x^{\alpha_1-\alpha_2-1}dx\int_0^x x^{\alpha_2-\alpha_3-1}dx\ldots\\ \int_0^x x^{\alpha_{n-1}-\alpha_n-1}dx\int_0^x x^{\alpha_n-1}\varphi(x)dx,\end{aligned}\right.$$

de laquelle on déduit l'expression de $\varphi(x)$,

$$(4)\quad \varphi(x)=\frac{1}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}x^{1-\alpha_n}\frac{d}{dx}x^{1+\alpha_n-\alpha_{n-1}}\frac{d}{dx}x^{1+\alpha_{n-1}-\alpha_{n-2}}\ldots\frac{d}{dx}x^{1+\alpha_2-\alpha_1}\frac{d}{dx}x^{\alpha_1}\psi(x),$$

ce qui est la solution de la question.

» 2° On développe le second membre de cette équation et l'on trouve une équation de la forme suivante :

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned}\alpha_1\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_n\varphi(x)=B_n\psi+B_{n-1}x\psi'+B_{n-2}x^2\psi''+B_{n-3}x^3\psi'''+\ldots\\ +B_1x^{n-1}\psi^{(n-1)}+x^n\psi^{(n)},\end{aligned}\right.$$

dans laquelle ψ', ψ'', ..., $\psi^{(n)}$ sont les dérivées successives de ψ et les constantes B_n, B_{n-1}, ..., B_1 sont des fonctions linéaires déterminées de la somme des quantités $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n$, des sommes des produits, deux à deux, trois à trois, ..., n à n, de ces quantités et, par conséquent, des fonctions linéaires des coefficients d'une équation algébrique $F(\alpha)=0$ du degré n, dont $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ seraient les racines.

» On identifie l'équation (4) avec l'équation (1), ce qui donne

$$y=\psi \quad \text{et} \quad f(x)=\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\varphi(x)$$

et, en outre, les relations

$$B_n=A_n,\quad B_{n-1}=A_{n-1},\quad \ldots,\quad B_2=A_2,\quad B_1=A.$$

Comme les premiers membres de ces équations sont des fonctions linéaires des coefficients de l'équation $F(\alpha)=0$, la résolution de ce système d'équations fera connaître ces coefficients et, par conséquent, l'équation elle-même; mais, comme cette équation n'est pas distincte de celle que l'on obtient en posant $y=x^\alpha$ dans l'équation (1), dépourvue du second membre,

cette équation pourra aussi être calculée par ce procédé. Sa résolution fera connaître $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n$.

» L'équation (4) donne, par une suite d'intégrations successives, en représentant par $M_1, M_2, M_3, \ldots, M_n$ n constantes arbitraires, l'intégrale générale

$$(7)\quad \begin{cases} y = M_1 x^{\alpha_1} + M_2 x^{\alpha_2} + \ldots + M_n x^{\alpha_n} \\ \quad + x^{-\alpha_1}\int_0^x x^{\alpha_1-\alpha_2}dx\int_0^x x^{\alpha_2-\alpha_3}dx\ldots\int_0^x x^{\alpha_{n-1}-\alpha_n}dx\int_0^x x^{\alpha_n}f(x)dx, \end{cases}$$

laquelle peut s'écrire, par suite des équations (3) et (2)

$$(7)\quad \begin{cases} y = M_1 x^{\alpha_1} + M_2 x^{\alpha_2} + \ldots + M_n x^{\alpha_n} \\ \quad + \frac{1}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}\int_0^1 da_n\int_0^1 da_{n-1}\int_0^1 da_{n-2}\ldots\int_0^1 f(a_n a_{n-1}\ldots a_2 a_1 x)da_1. \end{cases}$$

» La formule (6) est celle que l'on déduirait de la formule générale donnant l'intégrale de l'équation différentielle linéaire à coefficients variables, et pourvue du second membre au moyen d'intégrations successives des solutions particulières de n équations différentielles linéaires sans second membre et, par conséquent, de n solutions particulières de l'équation différentielle proposée sans second membre.

» L'équation (7), qui donne l'intégrale générale de l'équation (1) au moyen d'une intégrale multiple définie, relative à n variables, est celle que nous voulions établir par la méthode que nous venons d'exposer. »

PHYSIQUE. — *Equations nouvelles relatives au transport de la force*; par M. **Marcel Deprez.**

« Dans une Note précédente, j'ai montré que l'on pouvait ramener les équations relatives au transport du travail par l'électricité à d'autres équations exemptes de symboles électriques et ne contenant plus que des quantités d'ordre mécanique. C'est en faisant intervenir un élément nouveau, auquel j'ai donné le nom de *prix de l'effort statique*, que je suis arrivé à ce résultat, qui me paraît avoir une certaine importance. Il existe en effet beaucoup de personnes très versées dans la connaissance de la Mécanique et auxquelles les grandeurs électriques sont au contraire peu familières. Pour elles, un transport de travail par l'électricité n'est intéressant qu'au point de vue mécanique et il leur importe peu que l'intermédiaire employé

soit l'électricité, l'eau ou l'air comprimé. L'essentiel est qu'on leur fasse connaître les lois qui régissent ce mode particulier de transmission sous la forme qu'elles sont habituées à employer pour les autres, c'est-à-dire en représentant ces lois par des équations faisant connaître le travail transporté en fonction du travail engendré au départ.

» Les équations que j'ai déjà fait connaître et celles qui font l'objet de la Note actuelle ont pour but de répondre à ce *desideratum*. Mais il est essentiel de remarquer qu'elles s'appliquent à des machines parfaites au point de vue mécanique, c'est-à-dire exemptes de frottements et de trépidations, et parfaites au point de vue électrique, c'est-à-dire composées *d'un nombre infiniment grand de sections infiniment petites* et dans la construction de l'anneau desquelles n'entrent pas de masses métalliques susceptibles de donner naissance à des courants de Foucault.

» Cette hypothèse de la perfection absolue ne peut évidemment jamais être réalisée en pratique, pas plus pour les moteurs électriques que pour les moteurs hydrauliques ou thermiques; mais on peut en approcher tout autant pour les premiers que pour les derniers, c'est-à-dire qu'il est possible de construire des appareils électriques dans lesquels le travail utile atteint et même dépasse les $\frac{8}{10}$ du travail théorique, calculé d'après l'intensité du courant et les forces électromotrices mises en jeu, comme cela a été mis en évidence par les expériences faites au chemin de fer du Nord. Je considère comme certain que, dans les machines de grande dimension, le coefficient pourra atteindre 0,9, de telle manière que, si le rendement électrique est par exemple de 0,67, le rendement mécanique industriel atteindra

$$0,67 \times 0,9 \times 0,9 = 0,54.$$

» Les équations qui suivent ne sont applicables que dans le cas particulier où l'intensité du courant est suffisante pour que les champs magnétiques des deux machines soient saturés. Désignons par

F_0 l'effort tangentiel (en kilogrammes) appliqué à la génératrice à une distance de l'axe égale à $\frac{1}{2\pi}$ (correspondant à une circonférence d'un mètre;

V_0 la vitesse en mètres par seconde du point d'application de cet effort;

f_0 un coefficient qui dépend de la construction de la machine;

F_1, V_1, f_1 les quantités correspondantes pour la réceptrice;

I l'intensité du courant et R la résistance totale de la ligne et des machines.

» Les champs magnétiques des deux machines étant saturés, l'effort tan-

gentiel est, dans chacune d'elles, proportionnel à l'intensité du courant; on a donc

$$F_1 = f_1 I, \quad F_0 = f_0 I;$$

de la première de ces équations, on tire

$$I = \frac{F_1}{f_1},$$

et la seconde devient

$$F_0 = \frac{f_0}{f_1} F_1.$$

Le travail mécanique absorbé dans l'unité de temps par la génératrice est égal à $F_0 V_0$; c'est-à-dire

$$(a) \qquad V_0 \frac{f_0}{f_1} F_1.$$

» Le travail perdu sous forme de chaleur dans tout le circuit, étant égal à $\frac{RI^2}{g}$ ou $\frac{R}{g}\left(\frac{F_1}{f_1}\right)^2$, doit être retranché du travail absorbé par la génératrice et il reste pour le travail utile restitué par la réceptrice

$$(b) \qquad F_1 V_0 \frac{f_0}{f_1} - \frac{R}{g}\left(\frac{F_1}{f_1}\right)^2.$$

» Enfin le rendement économique a pour expression

$$(c) \qquad \frac{F_1 V_0 \frac{f_0}{f_1} - \frac{R}{g}\left(\frac{F_1}{f_1}\right)^2}{F_1 V_0 \frac{f_0}{f_1}} = 1 - \frac{R F_1}{g V_0 f_0 f_1}.$$

» Les trois équations (a), (b), (c) font donc connaître le travail dépensé par la génératrice, le travail récupéré par la réceptrice, et le rendement économique, en fonction de la vitesse V_0 de la génératrice et de la charge du frein F_1 de la réceptrice.

» Elles ne contiennent d'autre élément électrique que la résistance totale des machines et de la ligne. Elles sont d'ailleurs un cas particulier des équations que j'ai fait connaître dans ma Communication du 30 octobre 1882. »

ÉLECTRICITÉ. — *Le transport de la force par des batteries d'appareils électriques.* Note de M. **James Moser**.

« De mes expériences téléphoniques, communiquées dans la séance du 12 février, résultent, pour la transmission de l'énergie électrique,

quelques conséquences générales, que j'ai l'honneur de présenter également à l'Académie.

» Dans ces expériences téléphoniques, j'avais transmis le travail électrique, produit dans une batterie de bobines, à une batterie réceptrice de téléphones. En généralisant ce petit modèle d'une transmission électrique, je suis conduit à substituer à chaque bobine un appareil quelconque, générateur de la force électromotrice, et à chaque téléphone un appareil quelconque absorbant de la force électromotrice.

» L'emploi d'appareils électriques en batterie, c'est-à-dire groupés par partie en tension, par partie en quantité, nous offre cet avantage que, tout en conservant aux appareils élémentaires leurs dimensions ordinaires, ainsi que leur différence de potentiel, et aux appareils rotatifs leur vitesse, il met à notre disposition de hautes tensions et de grandes quantités électriques. Toutes deux sont nécessaires pour transporter de grandes quantités de travail avec un bon rendement.

» Avant d'entrer dans les détails, signalons pour la transmission électrique le fait fondamental suivant, contenu dans les lois d'Ohm et de M. Joule. Si nous envoyons, à travers un conducteur donné, un courant dont nous maintenons l'intensité constante, le travail perdu dans ce conducteur reste également constant. Quel que soit le nombre ou l'arrangement des récepteurs, transformant l'énergie du courant en travail utile, la perte dans le conducteur sera toujours le même nombre de kilogrammètres par seconde. Mais la perte effectuée dans la ligne n'est pas la seule. Il s'y ajoute celle qui se produit dans les appareils. Si nous parvenons à tenir constante aussi cette deuxième partie, la perte sera constante dans sa totalité. Donc plus nous augmenterons ensuite le travail recueilli dans les récepteurs, plus la proportion du travail perdu au travail total deviendra petite, plus le rendement sera grand et approchera de l'unité. *Alors, le travail utile et le rendement iront tous deux en croissant.*

» Nous pouvons réaliser les deux conditions : 1° perte constante dans la ligne; 2° perte constante dans les appareils, en transmettant l'énergie d'une batterie électrique à une autre.

» Pour fixer les idées, prenons des accumulateurs. Concevons d'abord un seul accumulateur. Lançons-y un courant dont nous maintiendrons toujours l'intensité, de I ampères, constante. La perte totale, $\frac{I^2R}{g} = P \frac{\text{kgr.mèt}}{\text{sec}}$, se compose de la perte dans la ligne et de la perte dans les appareils. La force contre-électromotrice étant e volts, le travail utile sera $\frac{eI}{g} = U \frac{\text{kgr.mèt}}{\text{sec}}$ et

le rendement sera $\frac{U}{U+P}$. Si, au lieu d'un seul accumulateur, nous en prenons quatre, dont deux en tension et deux en quantité, nous doublons la force contre-électromotrice, sans changer la résistance. Par conséquent, le courant étant toujours supposé d'intensité I, le travail utile sera doublé, $\frac{2eI}{g} = 2U \frac{\text{kgr.mèt}}{\text{sec}}$, et la perte aura gardé sa valeur P. Le rendement sera donc $\frac{2U}{2U+P}$. Ainsi de suite, au moyen de $3\times 3, 4\times 4, 5\times 5, \ldots, n\times n$ accumulateurs, nous aurons le travail utile

$$3U,\ 4U,\ 5U,\ \ldots,\ nU,$$

et le rendement

$$\frac{3U}{3U+P},\quad \frac{4U}{4U+P},\quad \frac{5U}{5U+P},\quad \ldots,\quad \frac{nU}{nU+P}.$$

» Dans cette construction, nous avons élevé le potentiel à l'arrivée de la ligne e à ne. Pour maintenir constante la quantité d'électricité traversant le conducteur, il faut élever également de $(n-1)e$ le potentiel initial E au départ de la ligne, de sorte que la différence initiale sur la ligne, $E-e$, soit maintenue. Mais, en ajoutant à la batterie génératrice plus d'éléments en tension, il faut ajouter dans la même proportion des éléments en surface, de manière que la résistance totale initiale du circuit soit rétablie.

» Nous avons supposé tacitement que la force contre-électromotrice des accumulateurs reste constante. Cette supposition est permise, car si nous envoyons dans un accumulateur un courant dont nous augmentons l'intensité, la force contre-électromotrice augmentera d'abord aussi; puis, pour une certaine intensité minima, cette force deviendra sensiblement constante. Nous supposons donc que les courants traversant les appareils élémentaires de la batterie aient au moins cette intensité minima, qui est suffisante pour porter la force contre-électromotrice à son maximum constant.

» Pour le transport à une grande échelle, nous sommes donc conduits à construire des réservoirs énormes, à très grande surface et à très haute tension, les uns près de la source de la force primaire, les autres près de son emploi. Les tensions, très hautes dans la totalité, seront échelonnées pour la consommation.

» Cette construction de batterie fait voir facilement les conditions générales à remplir pour une transmission électrique quelconque. Il faut arranger les appareils en tension, pour obtenir le maximum de rendement. Mais,

pour obtenir une grande quantité de travail utile, il faut grouper en quantité, et transporter une grande quantité d'électricité.

» Lorsque nous voudrons transmettre l'énergie électrique au moyen de machines électrodynamiques, nous procéderons d'une manière tout à fait analogue. Nous pourrons employer les appareils existants avec leurs vitesses et leurs tensions ordinaires et nous les grouperons également en batterie. Quand nous enverrons un courant, maintenu constant, par 1, 2, 3, ..., n machines, installées en tension, et ayant conservé chacune sa vitesse et sa différence de potentiel ordinaires, le travail utile montera de U, 2U, 3U, ... à nU. Mais, en mettant ces machines en tension, nous aurons augmenté la résistance et, par conséquent, la perte dans les appareils. Pour maintenir cette perte constante, nous réduirons la résistance, tout comme nous l'avons exposé pour les accumulateurs, en plaçant également des machines en quantité.

» Pour la pratique, l'introduction d'une batterie nous permet d'arriver à une haute tension et à une grande quantité, par conséquent à un rendement et à un travail voulus. Elle ne nécessite pas la construction de nouvelles machines et facilite donc, dès à présent, les expériences. Il ne faut que grouper les appareils disponibles suivant les principes développés ci-dessus. Nous conservons à ces appareils élémentaires leurs dimensions, leurs différences de potentiel normales, ainsi qu'aux machines rotatives, comme aux machines électrodynamiques, leurs vitesses ordinaires. Ainsi des accidents, causés par une vitesse trop rapide ou une tension exagérée à l'intérieur des machines, seront évités. Pour la théorie, cette construction d'une batterie nous permet de développer d'une manière facile et simple les principes à suivre dans la transmission de l'énergie électrique. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le rendement maximum que peut atteindre un moteur à vapeur.* Note de M. **P. Charpentier**, présentée par M. H. Debray.

« Il est maintenant admis par la grande majorité des ingénieurs que *pratiquement* la détente dans un cylindre à vapeur n'est pas accompagnée finalement d'une *condensation,* mais bien d'une *revaporisation.*

» Ce fait, confirmé par d'anciennes expériences [nous rappellerons celles de Combes et Thomas (*Comptes rendus,* 1843)] et par les expériences beaucoup plus récentes de MM. Leloutre, Ledieu, Cornut, Hallauer, etc., vient, si l'on en tient compte dans les calculs, infirmer l'opinion propagée par

Verdet et sur laquelle sont fondés, avec la théorie *générique*, les calculs de M. Zeuner.

» On sait aujourd'hui, à n'en pas douter, que la période d'*admission* est toujours *accompagnée* d'une forte *condensation* de vapeur, que cette condensation constitue une perte importante qui ne peut être signalée par les diagrammes et qui, très variable dans ses effets, échappe au calcul.

» Cette vapeur condensée se *revaporise*, mais *en partie* seulement *pendant la détente*, et il n'est plus vrai de dire avec Verdet : « La condensation » pendant la détente est le mécanisme physique auquel la machine à va- » peur doit la plus grande partie de sa puissance motrice. »

» Cette condensation, qui devrait se produire théoriquement dans un cylindre à parois *géométriques*, est complètement masquée par un phénomène inverse de revaporisation ; ce phénomène et la condensation pendant l'admission ont pour cause la pénétrabilité des parois à la chaleur. Il s'ensuit que, pratiquement, il y a toujours de l'eau dans un cylindre à vapeur, et l'on peut appliquer à celle-ci, par conséquent, les nombres déterminés par Regnault pour les vapeurs saturées ; en second lieu, le poids de vapeur présent au cylindre à la fin de la détente est toujours plutôt *plus fort* que celui présent au commencement, et par suite le rendement maximum sera obtenu en admettant comme hypothèse la plus favorable que ce poids n'a pas varié.

» Le principe directeur doit être celui-ci : le travail d'un moteur à vapeur est exclusivement produit par la différence qui existe entre le nombre de calories possédé par le fluide sortant du générateur et celui conservé par le fluide à sa sortie du milieu condensant, le rayonnement externe étant négligé.

» Nous nous bornerons à établir l'expression donnant le maximum du rendement *organique*; elle nous renseignera sur la valeur économique de l'organisme moteur, montrera clairement où gît la plaie de nos machines à vapeur, et, par suite, la voie dans laquelle on doit s'engager pour chercher le remède. Ce rendement *organique* nous sera donné par le rapport existant entre la chaleur *utilisée* dans le cylindre et la chaleur *employée* à la vaporisation. Nous désignerons par R_1, R_2, R_3, R_4 ces rendements organiques dans les quatre cas :

» 1° Machine à pleine pression sans condensation ;

» 2° Machine à pleine pression avec condensation ;

» 3° Machine à détente sans condensation ;

» 4° Machine à détente avec condensation ;

» Par :

p la pression spécifique initiale de la vapeur à la température t;
p_1 la pression à la fin de l'expansion à la température t_1';
ϖ la pression atmosphérique;
ε le rapport de détente;
p'_1 la pression minimum du condenseur à la température t'_1;
V le volume du cylindre;
θ la température de l'eau d'alimentation;
$\gamma_{t'_1}$ le poids du mètre cube de vapeur à la pression p'_1;
$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ les poids de vapeur *sèche* (ce qui nous donnera un rendement maximum *a fortiori*) dépensés dans chaque cas;
t' la température de l'eau d'injection;
S_2, S_4 les poids d'eau d'injection nécessaires dans les deuxième et quatrième cas;
k_1, k_2, k_3, k_4 les chaleurs totales à employer pour vaporiser $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$;
k'_1, k'_2, k'_3, k'_4 les chaleurs totales contenues à t par $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$;
$k^e_1, k^e_2, k^e_3, k^e_4$ les chaleurs totales contenues à t_1 et t'_1 par $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$, S_2 et S_4 et comprenant les chaleurs négatives correspondant aux travaux négatifs de contre-pression.

» Enfin, toutes les lettres A, u_t, λ_t, J_t, J_{t_1}, $\rho_{t'_1}$, q_0, q_t, $q_{t'}$, q_{t_1}, $q_{t'_1}$ auront les mêmes significations que celles admises dans les problèmes de Thermodynamique.

» Ceci posé, nous arrivons, par la détermination seule des chaleurs employées et utilisées sur les faces avant et arrière du piston, aux expressions suivantes :

1° $$R_1 = \frac{k'_1 - k^e_1}{k_1} = \frac{\varphi_1 A p u_t - A \varpi V}{\varphi_1(\lambda_t - q_0)},$$

2° $$R_2 = \frac{k'_2 - k^e_2}{k_2} = \frac{\varphi_2 \lambda_t - S_2(q_{t'_1} - q_{t'}) - \varphi_2 q_{t'_1} - V \gamma_{t'_1} \rho_{t'_1} - A p'_1 V}{\varphi_1(\lambda_t - q_0)},$$

3° $$R_3 = \frac{k'_3 - k^e_3}{k_3} = \frac{\varphi_3 \lambda_t - \varphi_3 J_{t_1} - A \varpi \frac{V}{\varepsilon}}{\varphi_3(\lambda_t - q_0)},$$

4° $$R_4 = \frac{k'_4 - k^e_4}{k_4} = \frac{\varphi_4 \lambda_t - S_4(q_{t'_1} - q_{t'}) - \varphi_4 q_{t'_1} - V \gamma_{t'_1} \rho_{t'_1} - A p'_1 \frac{V}{\varepsilon}}{\varphi_4(\lambda_t - q_0)}.$$

» Ces expressions, combinées avec les deux suivantes

$$S_2 = \frac{\varphi_2(J_t - q_{t'_1}) - V \gamma_{t'_1} \rho_{t'_1}}{q_{t'_1} - q_{t'}}, \quad S_4 = \frac{\varphi_4(J_{t_1} - q_{t'_1}) - V \gamma_{t'_1} \rho_{t'_1}}{q_{t'_1} - q_{t'}},$$

nous donneront dans chaque cas la valeur *maximum pratique* du rendement *organique*. En outre, on voit bien que la chaleur latente interne de vaporisation est avant tout la cause de la grande perte subie. Nous conclurons donc, contrairement à M. Zeuner, mais d'accord avec MM. Clausius et Redtenbacher, que :

» 1° Les moteurs à vapeur présentent une imperfection inhérente à leur nature même (CLAUSIUS, *Mémoire V*);

» 2° Le cycle de nos machines à vapeur est extrêmement imparfait.

» Pour perfectionner ce cycle, il faut *changer complètement* sa forme et le mode d'*utilisation* de la vapeur (REDTENBACHER). »

PHYSIQUE. — *Influence de la trempe sur la résistance électrique du verre.* Note de M. G. **FOUSSEREAU**, présentée par M. Jamin.

« J'ai observé, au moyen de l'électromètre Lippmann et en suivant la méthode déjà indiquée dans ma précédente Note ([1]), les variations qui se produisent dans la résistance du cristal et du verre trempés quand on les soumet à un recuit plus ou moins énergique. Les échantillons employés étaient de petits gobelets de forme cylindrique ou légèrement conique dont les deux faces étaient en contact avec de l'acide sulfurique. On remplaçait cet acide par du mercure quand on opérait à des températures supérieures à 80°, les vapeurs d'acide sulfurique produisant alors par leur dépôt une conductibilité superficielle.

» Après une première série de mesures, l'échantillon était immergé dans un bain de sable, maintenu pendant un certain temps à une température plus ou moins élevée, enfin refroidi lentement. Une nouvelle série d'expériences était alors exécutée aux mêmes températures que la première. Le temps nécessaire pour charger un condensateur à un potentiel déterminé peut servir de mesure à la résistance de l'échantillon traversé.

» Ces expériences ont conduit aux résultats suivants :

» 1° La trempe diminue dans un rapport considérable la résistance électrique des différents verres.

» Pour un échantillon de verre trempé à base de chaux recuit pendant six heures à 500° et observé entre 35° et 80°, de 5° en 5°, les résistances primitives ont été respectivement multipliées par 2,30.

» Pour le cristal trempé, les variations sont encore plus frappantes. Je cite quelques nombres relatifs à deux échantillons de cristal, l'un trempé,

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 31 juillet 1882, t. XCV, p. 216.

l'autre non trempé, provenant de la même cuite et du même creuset et recuits ensemble dans les conditions précédentes (¹) :

	Durée de la charge en $\frac{\text{minutes}}{100}$.					
	Cristal trempé			Cristal non trempé		
Températures.	avant le recuit a.	après le recuit b.	Rapport $\frac{b}{a}$.	avant le recuit a'.	après le recuit b'.	Rapport $\frac{a'}{b'}$.
110°	32	360	11,2	310	276	0,89
115	19	209	11,0	174	161	0,93
120	12	130	10,8	104	97	0,93
125	7,5	77	10,3	65	58	0,89

» Ainsi, tandis que la résistance est devenue onze fois plus grande pour le cristal trempé, elle est restée presque stationnaire et a même légèrement diminué pour le cristal non trempé, comme si ce dernier avait pris une trempe très légère par suite de son échauffement. On remarquera d'autre part que les résistances des deux échantillons sont peu différentes après le recuit; elles seraient identiques si le premier ne s'était trouvé un peu plus épais que l'autre.

» 2° Un recuit modéré, capable de faire disparaître partiellement l'élasticité due à la trempe, ne détruit qu'en partie son action sur la résistance électrique. Un échantillon de cristal trempé a été porté à 260°, puis refroidi lentement. Sa résistance s'est accrue dans le rapport de 1,8 à 1. Le même échantillon, chauffé ensuite à 450° et maintenu deux heures à cette température, a pris une résistance 7,2 fois plus grande que la résistance primitive.

» 3° La résistance d'un verre récemment recuit continue d'augmenter lentement pendant quelque temps, comme s'il se rapprochait peu à peu

(¹) Les éléments suivants sont entrés dans la composition de ce cristal :

	Parties.
Silice	100
Minium	62
Potasse	20
Nitrate de potasse	9
Soude	10
Bioxyde de manganèse	0,090
Arsenic	0,100

d'un état d'équilibre définitif. La résistance d'un verre trempé ou non, qui n'a pas été chauffé depuis longtemps, demeure invariable (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une modification apportée à la pile au bichromate de potasse, pour la rendre apte à l'éclairage.* Note de M. **Trouvé**, présentée par M. Th. du Moncel.

« De toutes les piles capables de produire la lumière électrique dans des conditions abordables dans la pratique, la pile à bichromate de potasse est la seule qui puisse être employée avantageusement. Mais, dans ses conditions ordinaires, elle est très inconstante et d'une action peu durable. Je suis parvenu à remédier à ce double défaut en trouvant le moyen de *sursaturer le liquide de bichromate*, et voici comment j'obtiens ce résultat.

» Je prends 150^{gr} de bichromate en poudre que je dépose dans 1^{lit} d'eau, et, après avoir agité la solution, j'ajoute *goutte à goutte* jusqu'à 450^{gr} d'acide sulfurique, soit un quart en volume. Le liquide s'échauffe peu à peu, et le bichromate se dissout successivement. Par ce procédé, je suis arrivé à dissoudre dans cette même quantité d'eau jusqu'à 250^{gr} de bichromate. Une fois dissous, le liquide reste limpide et ne fournit pas de dépôts cristallisés en refroidissant. Bien plus même, il peut être usé par la pile sans production de cristaux d'alun de chrome, et je n'en ai trouvé aucune trace, même après plusieurs mois d'action de la pile. J'ai reconnu d'ailleurs qu'en plaçant dans le liquide des réservoirs d'acide et de bichromate, on n'obtenait aucun résultat avantageux; car le bichromate ne se dissout pas dans une solution déjà acidulée. Ce qu'il faut pour rendre la pile au bichromate constante, c'est de *sursaturer le liquide excitateur* et de faire en sorte que les charbons ne soient pas recouverts de cristaux d'alun de chrome.

» Chaque élément est formé d'une lame de zinc et de deux charbons cuivrés galvaniquement dans leur partie supérieure. Ce cuivrage a pour but de consolider les charbons et de diminuer leur résistance. Le zinc est disposé de manière à pouvoir être facilement enlevé de la pile pour l'amalgamation, opération qui peut être faite aussi souvent qu'on le désire.

» Les batteries sont disposées généralement par groupes de 6 éléments, placés dans des auges en bois de chêne, et les vases extérieurs sont constitués par des caisses plates d'ébonite. Par une disposition analogue à celle que l'on a employée il y a longtemps dans les piles de Wollaston, les char-

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de recherches physiques de M. Jamin, à la Sorbonne.

bons et les zincs peuvent être enlevés ou replongés simultanément dans les liquides au moyen d'un treuil à manivelle et à encliquetage, et l'on peut même faire varier la force de la pile en opérant les immersions plus ou moins profondément.

» Avec 12 éléments de cette pile on peut maintenir allumées pendant cinq heures 10 lampes à incandescence du modèle que je construis pour les éclairages domestiques, mais j'ai pu en allumer 20 pendant deux heures; chacune de ces lampes avait une intensité lumineuse égale à 10 bougies.

» D'après les expériences faites par M. d'Arsonval, la force électromotrice de ma pile est en moyenne de 2^{volts} avec des liquides neufs, et l'intensité du courant au moment de l'immersion de 118^{amp} en court circuit; la résistance est de $0^{ohm},07$. Quatre batteries attelées sur une machine Gramme non préparée pour cela ont produit 14^{kgm} par seconde pendant deux heures sans affaiblissement notable dans l'intensité.

» Voici du reste les Tableaux des expériences faites avec cette pile :

Tableau I. — *Deux batteries Trouvé constantes et à grand débit* (118^{amp}, *en court circuit*).
Constantes $E = 1^{volt},9 - r = 0^{ohm},07$ à $0^{ohm},08$.

Fonctionnement.	Force électromotrice par 6 éléments. volts	Quantité en ampères avec la résistance des fils conducteurs.	Nombre de lampes (de 14 à 16 volts et de 8 à 10 bougies).	Pouvoir éclairant en bougies.	Consommation des lampes en ampères	Zinc consommé.
Venant d'être chargées...	12,6	65	10	100	12,6	12 zincs pesaient ensemble avant l'expérience 15^{kg}.
Après 3 heures de travail.	12,3	31,50	8	80	11,34	
Après 4 »	12,1	25	6	60	9,45	Après 5 heures de fonctionnement il y avait $0^{kg},456$ de zinc consommé ou 38^{gr} par élément.
Après 4^h30^m »	12	23	4	40	6,30	

Remarques. — Les piles étaient neuves. Les lampes ont été rigoureusement maintenues au même pouvoir éclairant pendant toute la durée de l'expérience de 5 heures.

Tableau II. — *Deux batteries Trouvé constantes à vase poreux et à petit débit* (20^{amp}, *en court circuit*).
Constantes $E = 1^{volt},9$. — La résistance r n'a pas été déterminée exactement par suite de son irrégularité d'un élément à l'autre.

Fonctionnement.	Force électromotrice par 6 éléments. volts	Quantité en ampères avec la résistance des fils conducteurs.		Nombre de lampes (de 14 à 16 volts et de 8 à 10 bougies).	Pouvoir éclairant en bougies.	Consommation des lampes en ampères.	Zinc consommé.
Venant d'être chargées...	{ 11,7 { 12	15,75 17,10	ensemble 17,01	3	30	4,09	$0^{kg},980$ en 14 heures, ou $0^{kg},090$ par élément très régulièrement répartis.
Après 4 heures de travail, les résultats sont les mêmes que ci-dessus.							
Après 8 »	{ 11,1 { 11,7	9,45 13,86	10,94	3	24	3,78	Les zincs plongeaient dans le vase poreux rempli d'eau acidulée au $\frac{1}{20}$.
Après 10 »	{ 10,2 { 11,1	5,67 8,82	7,56	2	20	2,52	
Après 12 »	{ 9,1 { 10,5	3,10 5	4	1	10	1,25	

Remarques. — Les piles n'étaient pas neuves; elles avaient déjà servi. Une lampe, puis deux, ont été enlevées du circuit, pour maintenir à 10 bougies le pouvoir éclairant pour chaque lampe.

» En examinant ces Tableaux, on reconnaît de suite que le rendement est bien plus considérable avec les piles à grand débit qu'avec les piles à débit moyen ou à petit débit.

THERMOCHIMIE. — *Sur les calories de combinaison des glycolates.* Note de M. D. TOMMASI.

« M. de Forcrand a déterminé tout récemment ([1]) les calories de combinaison de quelques glycolates; or les calories qu'il a obtenues à l'aide du calorimètre sont tout à fait les mêmes que les calories de combinaison que la loi des constantes thermiques de substitution permet de prévoir ([2]).

» En effet :

	Calories	
	calculées.	trouvées.
Glycolate de sodium	91,4	91,2
» ammonium	67,9	67,7
» baryum	55,8	55,8
» strontium	186,0	186,2
» calcium	178,0	177,9
» magnésium	177,4	177,2
» zinc	103,2	104,4
» cuivre	53,0	53,2
» plomb	68,8	68,5

» Les calories de combinaison des quatre derniers glycolates ont été déterminées par des procédés indirects et, malgré cela, l'accord persiste toujours entre la théorie et l'expérience. Pour le glycolate de zinc seulement, on trouve un écart assez fort entre la donnée théorique et la donnée expérimentale. Cet écart ne peut provenir que d'une erreur d'expérience ou de calcul. Je suis persuadé qu'en reprenant cette détermination calorimétrique avec plus de soin, on arrivera à obtenir un nombre se rapprochant beaucoup plus de celui qu'indique la loi.

» Voici maintenant les calories de combinaison de quelques glycolates qui n'ont pas encore été déterminées par l'expérience, mais que l'on peut calculer d'après la loi.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 26 février 1883.

([2]) *Ibid.*, séance du 7 août 1882.

		Cal
Glycolate de lithium	....	97,7
» thallium	....	33,7
» cadmium	....	86,6
» manganèse	....	118,4
» fer	....	90,4
» nickel	....	84,0
» cobalt	....	85,2
» mercure	....	50,0
»	....	....

» On voit donc que, en connaissant les calories de combinaison d'un seul glycolate (celui de potassium), il a été possible, grâce aux constantes thermiques de substitution, de déterminer avec la plus grande exactitude les calories de combinaison de tous les autres glycolates. Il est bien évident que ce que je viens de dire pour les glycolates peut s'appliquer, sans exception, à tous les sels solubles.

» Ainsi, je suppose que l'on veuille connaître les calories de combinaison des iodacétates, des acrylates, etc.; il suffit pour cela de déterminer les calories de combinaison d'un seul iodacétate, d'un seul acrylate, etc., pour arriver à connaître, aussi exactement que si l'on employait le calorimètre même, les calories de combinaison de tous les iodacétates, de tous les acrylates, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la mononitrosorésorcine*. Note de M. **A. Fèvre**, présentée par M. Friedel.

« On obtient le sel de sodium de ce nouveau composé nitrosé de la résorcine en faisant agir à froid 1^{mol} d'azotite d'amyle sur 1^{mol} de monorésorcine-sodium, $C^6H^4\langle{}^{ONa}_{OH}$. Ce sel de sodium, décomposé par l'acide sulfurique, donne la *mononitrosorésorcine* libre, qui, cristallisée de l'alcool faible, se présente sous la forme d'aiguilles d'un jaune d'or passé dont la composition $C^6H^3(AzO)(OH)^2 + H^2O$. Ces aiguilles brunissent vers 112° et deviennent complètement noires sans éprouver de fusion vers 148°.

» La mononitrosorésorcine est très soluble dans l'alcool et dans l'acétone, moins soluble dans l'eau, le chloroforme, l'éther; insoluble dans la benzine et dans le sulfure de carbone.

» Les sels ferreux et la limaille de fer produisent dans la dissolution neutre de mononitrosorésorcine une *coloration verte* très intense. L'acide

sulfurique concentré la dissout à froid sans l'altérer. L'acide chlorhydrique se comporte de la même manière à froid. L'acide nitrique donne de la trinitrorésorcine.

» La mononitrosorésorcine donne avec les bases des sels très peu caractérisés. Les sels de potassium, de sodium et d'argent sont difficilement cristallisables; les sels d'ammonium, de calcium et des métaux lourds sont des poudres amorphes dont la couleur varie du rouge-orange au noir.

» La mononitrosorésorcine donne par réduction, au moyen du protochlorure d'étain et de l'acide chlorhydrique, une *amidorésorcine* $C^6H^3(AzH^2)(OH)^2$ paraissant identique à la paraamidorésorcine décrite par Weselsky : le groupe AzO occuperait donc dans la nitrosorésorcine la position *para* par rapport à un groupe OH.

» Par l'action des vapeurs d'acide azoteux sur la solution éthérée de nitrosorésorcine, il se forme une résorcine *dinitrée* $C^6H^2(AzO^2)^2(OH)^2$, cristallisant en petites tablettes jaunes qui fondent à 142°,5 (non corrigé). Ce composé a été également obtenu par R. Benedickt et von Hübl [1], par l'action de l'acide azoteux sur la binitrosorésorcine.

» Le brome en solution aqueuse transforme la nitrosorésorcine en *dibromomononitrosorésorcine* $C^6H(Br)^2(AzO)(OH)^2 + 2H^2O$. Ce composé cristallise de l'alcool faible en larges aiguilles jaunes très brillantes, qui se décomposent vers 138°, sans fondre, et contiennent 2^{mol} d'eau de cristallisation. Il est très soluble dans l'alcool, l'acétone; moins soluble dans l'éther, l'acide acétique et l'eau froide. Une solution alcoolique de potasse n'a pas d'action sur la dibromomononitrosorésorcine.

» Si l'on fait agir de l'acide nitrique concentré sur ce composé, il y a formation d'acide bromhydrique et il se sépare une *dinitromonobromorésorcine* $C^6HBr(AzO^2)^2(OH)^2$ qui est différente de celle qu'on a obtenue en bromant la dinitrorésorcine décrite précédemment. Cette combinaison cristallise de l'alcool bouillant en magnifiques aiguilles jaune-orange, fondant à 193°, presque insolubles dans l'eau, difficilement solubles dans l'alcool bouillant, solubles dans l'acétone.

» La dinitromonobromorésorcine donne avec les alcalis et avec la baryte de très beaux sels, possédant pour la plupart la propriété d'être dichroïques. Ils se décomposent à la chaleur en détonant violemment.

» Dérivé acétylé : prismes jaunes transparents fondant à 135°.

---

(1) *Monatshefte für Chemie*, t. II, p. 323.

» La nitrosorésorcine donne avec tous les phénols des réactions colorées.

» Avec la résorcine et l'acide sulfurique elle forme la *diazorésorufine* de Weselsky, d'après l'équation

$$4C^6H^3(AzO)(OH)^2 + 2C^6H^4(OH)^2 = C^{36}H^{18}Az^4O^9 + 7H^2O.$$

» La diazorésorufine est préparée industriellement par une fabrique de Bâle, d'après ce procédé.

» Les amines aromatiques donnent également des produits colorés avec la nitrosorésorcine. Celui qui a été obtenu par l'action de la nitrosorésorcine sur la diméthylaniline est violet et a beaucoup d'analogie avec le produit obtenu par Meldola, au moyen de la résorcine et de la nitrosodiméthylaniline.

» Par l'action de la nitrosorésorcine sur l'acétate d'aniline en solution alcoolique, on obtient comme produit principal un composé qui cristallise du chloroforme en petites aiguilles très brillantes, d'un bleu d'acier, dont le point de fusion est situé vers 238°-239°.

» D'après l'analyse, ce corps aurait la composition $C^{18}H^{14}Az^2O^2$.

» La réaction qui lui aurait donné naissance aurait donc pour équation

$$2C^6H^5AzH^2 + C^6H^3AzO(OH)^2 = C^{18}H^{14}Az^2O^2 + AzH^3 + H^2O.$$

» Cette combinaison ne se dissout ni dans les alcalis, ni dans les acides étendus. Les acides chlorhydrique et nitrique la dissolvent sans l'altérer en se colorant en bleu. Elle se dissout dans l'acide sulfurique, en produisant une liqueur verte. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Contributions à l'étude du plâtrage des vins. Dosage rapide de la crème de tartre.* Note de M. **P. Pichard**. (Extrait.)

« *Conclusions.* — Dans une solution aqueuse ou alcoolique saturée de bitartrate de potasse, renfermant du bisulfate de potasse, l'acide tartrique libre peut mettre en liberté une portion de l'acide du bisulfate ne dépassant pas le $\frac{1}{12}$ de la quantité d'acide sulfurique total.

» Dans une solution aqueuse ou alcoolique saturée de bitartrate avec excès, l'acide sulfurique libre ou le bisulfate de potasse dissolvent une certaine quantité du bitartrate en excès, la même, à dose égale d'acide sulfurique libre ou en excès.

» Dans une solution aqueuse ou alcoolique saturée de bitartrate de

potasse, le sulfate de potasse et le chlorure de potassium déplacent et précipitent du bitartrate de potasse. Les quantités déplacées augmentent avec les doses de sels potassiques.

» Le chlorure agit à cet égard plus énergiquement que le sulfate. La précipitation est complète, lorsque la quantité de sulfate atteint le point de saturation. Elle a lieu plutôt avec le chlorure.

» Cette propriété du sulfate ou du chlorure fournit un moyen de doser rapidement le tartre contenu dans les vins ordinaires, non plâtrés.

» Le chlorure de sodium ne précipite pas le bitartrate de potasse dans les mêmes conditions.

» Le salage des vins avec le sel marin ou l'eau de mer ne paraît pas les appauvrir en tartre.

» Le tartrate de chaux est moins soluble dans les solutions aqueuses et alcooliques saturées de bitartrate de potasse, que dans les mêmes solutions dépourvues de tartre.

» Dans une solution aqueuse ou alcoolique, l'acide sulfurique libre ou en excès à l'état de bisulfate dissout, à dose égale, la même quantité de tartrate de chaux.

» Dans une solution alcoolique saturée de bitartrate de potasse avec excès et renfermant du bisulfate de potasse, l'addition de tartrate de chaux en excès ramène une partie du bisulfate à l'état de sulfate de potasse et donne lieu à un dépôt de tartre.

» L'application de ces faits au plâtrage à la cuve donne l'explication de ce qui s'y passe, quand on ne considère que l'action du bitartrate de potasse sur le sulfate de chaux.

» La véritable cause de l'appauvrissement du vin plâtré en bitartrate de potasse n'est pas dans la transformation de ce sel, mais dans l'impossibilité où il est de saturer une liqueur renfermant une certaine dose de sulfate de potasse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des effets physiologiques du café.* Note de M. **J.-A. Fort**, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« L'action physiologique du café a été diversement interprétée; les uns en font un aliment de dépense; les autres, au contraire, un aliment d'épargne. L'aliment d'épargne agit en rendant plus lentes l'assimilation et la désassimilation; les substances dites d'épargne utilisent les combustions et elles transforment régulièrement la chaleur en force : en mâchant quel-

ques feuilles de coca du Pérou, le plus remarquable des aliments d'épargne, on peut rester une journée entière sans boire ni manger. L'aliment de dépense augmente, au contraire, l'assimilation et la désassimilation, il augmente les combustions.

» En présence de ces deux opinions opposées, j'ai résolu de faire sur moi-même trois séries consécutives d'expériences. Dans la première, je me suis complètement abstenu de café pendant quinze jours; dans la deuxième, j'ai ingéré une dose excessive de café; dans la troisième, qui a duré vingt-cinq jours, j'ai pris deux tasses de café par jour.

» Pendant la durée de ces expériences, rien n'a été changé dans ma manière de vivre, ni dans mon régime.... Je suis d'une bonne santé; j'ai l'habitude de prendre du café deux fois par jour.

Première série. — *Abstention de café.* — Pendant les quinze jours qu'a duré cette expérience, l'appétit a été modéré. Je n'ai noté aucun changement appréciable du côté des sécrétions. L'urine a été, en moyenne, de 970^{gr} par jour. Le sommeil a été normal; c'est-à-dire que j'ai dormi, sans me réveiller, pendant six ou sept heures que je suis resté couché.

Le pouls, à 72 le matin, montait dans la journée jusqu'à 84 et se maintenait à ce chiffre jusqu'au moment du sommeil.

Ce que j'ai remarqué de plus particulier dans cette expérience, c'est une certaine lourdeur des membres et de la paresse de l'esprit et du corps. Le travail du soir était un peu pénible. Il m'arrivait quelquefois de m'endormir dans la journée.

Deuxième série. — *Ingestion d'une dose excessive de café.* — Je suis passé brusquement de l'abstention complète de café à l'ingestion d'une forte dose, pour mieux en apprécier les effets.

Je me suis procuré le meilleur café que j'ai pu trouver et j'en ai fait infuser 250^{gr} dans 1^{lit} d'eau bouillante. J'ai bu la totalité de cette boisson dans la journée du 6 novembre dernier, de 7^h du matin à 9^h du soir. Dans la journée, le pouls a subi une augmentation rapide, il était à 108 dans l'après-midi, et dans la soirée il est monté à 114.

C'est surtout le soir que j'ai ressenti les effets excitants du café sur le cerveau et la moelle épinière. Je me suis couché à 11^h: je n'ai pas dormi une minute. Dès que j'ai été couché, des contractions réflexes se sont produites dans presque toutes les parties du corps alternativement. J'ai eu des crampes très douloureuses dans les cuisses, les jambes, les pieds, les parois du thorax, les muscles de la région sus-hyoïdienne. Ces crampes ont duré pendant toute la nuit et ont été plus modérées dans la matinée du jour suivant.

J'avais la langue sèche et un certain degré de constriction de la gorge. Pendant toute la nuit, j'ai eu fréquemment des crampes d'estomac accompagnées de nausées. L'intestin a été le siège de gargouillements et d'une sécrétion liquide abondante, qui a produit dix-huit évacuations.

Le pouls s'est maintenu pendant la nuit entre 110 et 114. Il était intermittent, ainsi que les battements du cœur; il manquait une pulsation sur quatre.

» Le lendemain, ces symptômes se sont apaisés, le pouls a baissé jusqu'à 76. Je n'ai pas

pu quitter ma chambre avant midi. J'éprouvais des douleurs de tête, je n'avais aucun appétit. Ce jour-là, je n'ai pas pris de café.

Troisième série. — *Ingestion de café à doses modérées.* — Après l'expérience précédente, je me suis abstenu de café pendant quelques jours. Puis j'ai pris du café à doses modérées, deux tasses par jour, pendant vingt-cinq jours.

» Pendant la durée de cette expérience, l'appétit a été sensiblement le même que dans la première et je n'ai noté rien de particulier du côté des sécrétions. L'urine a été rendue en égale quantité. La quantité d'urée me paraît avoir été sensiblement la même que dans les premières expériences; les urines ont été analysées dans le laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine de Rio de Janeiro, par M. Domingos Freire.

» Comme dans ma première expérience, le pouls s'est maintenu à 72 le matin et à 84 dans la journée.

» J'ai noté une plus grande force musculaire, plus d'agilité et surtout une aptitude plus grande au travail. Lorsque je prends du café, je fournis une plus grande quantité de travail intellectuel et de meilleur travail. »

» *Conclusions.* — Dans les expériences qui précèdent, l'action du café se manifeste d'une manière bien évidente. Le café agit *en excitant le système nerveux central cérébro-spinal.*

» Pris à *dose très forte*, le café produit l'insomnie par l'excitation du cerveau. En excitant la moelle, il produit les crampes des muscles, les douleurs de l'estomac, les troubles de l'intestin et ceux du cœur. L'excitation que le café produit sur la moelle épinière est, par conséquent, une excitation du *pouvoir réflexe* ou *excito-moteur*.

» Cette excitation peut être telle qu'elle atteigne également les racines médullaires du grand sympathique qui sortent de la moelle avec les racines des nerfs rachidiens. On sait qu'une légère excitation du grand sympathique excite les vaso-moteurs, mais, si cette excitation est très forte, l'irritation des nerfs vaso-moteurs fait place à une paralysie de ces nerfs. Ne trouve-t-on pas dans ce phénomène l'explication des troubles de sécrétion de l'intestin et de l'anéantissement des facultés génitales par le café pris à forte dose ?

» Pris à *dose modérée*, le café exerce une action excitante plus calme, pour ainsi dire, sur le système nerveux. Il stimule légèrement le cerveau qui est moins enclin au sommeil et qui fonctionne avec un peu plus d'activité. Il exerce aussi une légère stimulation de la moelle épinière, se traduisant par un surcroît d'activité des diverses fonctions.

» Le café n'est évidemment pas un aliment d'épargne et je ne connais pas une seule expérience qui permette d'admettre une telle opinion.

» D'autre part, si le café augmente les dépenses de l'organisme, il ne faut

pas oublier que cette augmentation de dépenses se fait par l'intermédiaire du système nerveux : son action immédiate, c'est *d'exciter le système nerveux central.*

» Le café n'étant ni un aliment d'épargne ni un aliment de dépense, rien n'autorise à dire qu'il fasse consommer une plus ou moins grande quantité de nourriture azotée. En expliquant l'action du café par l'excitation qu'il produit sur le système nerveux, aucun point ne reste obscur dans le mécanisme de l'impulsion donnée par le café aux diverses fonctions organiques.

» En Thérapeutique, le café doit être classé parmi les agents *excitateurs réflexes* et non parmi les agents modificateurs de la nutrition. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction du Saumon de Californie, à l'aquarium du Trocadéro.* Note de MM. **Raveret-Wattel** et **Bartet**, présentée par M. Bouley.

« Le 25 octobre 1878, l'aquarium du Trocadéro recevait de la Société nationale d'acclimatation un millier d'œufs de Saumon de Californie (*Oncorhynchus quinnat*), provenant d'un envoi fait par M. Spencer F. Baird, commissaire des pêcheries des États-Unis. Ces œufs, chez lesquels l'évolution embryonnaire était déjà très avancée, ne tardèrent pas à éclore. Les alevins étaient très vigoureux et leur développement fut assez rapide, au moins à partir de l'époque (1er janvier 1879) où, l'aquarium ayant été remis à l'Administration municipale et confié à la direction d'un ingénieur du service des promenades et plantations de la Ville de Paris, des soins furent régulièrement donnés aux différents poissons qui peuplaient les lacs.

» Abondamment nourris de chair de poisson blanc hachée, les jeunes Saumons atteignirent en l'espace d'une année un poids moyen de 250^{gr}. Presque tous, à cette époque, quittaient la livrée du premier âge, pour se parer des beaux reflets argentés des *smolts;* mais ils ne manifestaient pas cette agitation qui s'observe en général chez le Saumon commun, de même âge, tenu en captivité. Ils supportaient parfaitement leur élevage en stabulation, et les pertes étaient relativement insignifiantes.

» Deux ans plus tard, les saumoneaux étaient devenus de très beaux poissons. Quelques-uns pesaient jusqu'à 2^{kg}. En octobre 1881, plusieurs sujets donnaient des signes évidents de fraye. Des fécondations artificielles furent essayées; mais les œufs récoltés paraissaient mal développés et ne

donnèrent aucun résultat. D'ailleurs tous, ou presque tous, mâles et femelles, qui avaient paru disposés à frayer, moururent.

» L'année suivante, 1882, au mois d'octobre également, le désir de frayer se manifesta de nouveau chez ces poissons, et le 24 octobre plusieurs femelles donnaient environ 1500 œufs, que l'on essayait de féconder avec de la laitance de Truite, faute de Saumons mâles *mûrs* à ce point. L'opération ne réussit pas. Mais, peu de jours après, les sujets des deux sexes étaient en pleine fraye, et l'on pouvait récolter et féconder, en l'espace de cinq semaines, près de 30 000 œufs ([1]).

» Malheureusement, le manque d'un nombre suffisant d'appareils d'éclosion nécessita l'entassement des œufs pendant quelques jours dans un espace beaucoup trop restreint. En outre, des travaux de réparation dans les conduites d'eau qui alimentent l'aquarium ne permirent, pendant quelque temps, que l'emploi d'eau non filtrée. C'est à ces deux causes qu'il faut attribuer la non-réussite d'un très grand nombre des œufs, qui, du plus bel aspect, semblaient devoir arriver presque tous à éclosion.

» Environ 1500 alevins très vigoureux ont pu toutefois être obtenus et sont actuellement en parfait état. Ils suffisent pour démontrer la possibilité d'élever et de faire reproduire le Saumon de Californie dans des conditions de captivité tout à fait exceptionnelles. Le fait semble d'autant plus intéressant qu'il s'agit d'une espèce étrangère, essentiellement migratrice, qui s'est ainsi pliée, à la fois, à un nouveau climat et à un changement complet dans les habitudes. L'acquisition de cette espèce paraît donc facilement réalisable, et elle serait particulièrement utile au point de vue de l'empoissonnement des cours d'eau tributaires de la Méditerranée, dans lesquels le Saumon ordinaire est inconnu et ne réussirait probablement pas; tandis que le Saumon de Californie, qui se montre en Amérique jusqu'au 35e degré de latitude (c'est-à-dire beaucoup plus au sud que le *Salmo salar*), pourrait vraisemblablemant s'acclimater dans le Rhône, l'Aude, l'Hérault, etc. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Mollusques solénoconques des grandes profondeurs de la mer.* Note de M. **P. Fischer**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La faune malacologique des grandes profondeurs de la mer est caractérisée par des espèces très abondantes en individus, mais appartenant à un nombre assez restreint de genres et de familles. Il en résulte une

([1]) Les sujets ayant frayé sont morts à la suite.

grande uniformité, lorsqu'on compare cet ensemble d'animaux à la faune si variée des profondeurs moindres, et notamment à celle qui peuple la zone des Laminaires. Il sera donc nécessaire de tenir compte de ces caractères négatifs.

» Les Mollusques les plus répandus dans les abysses sont des Solénoconques ou Scaphopodes (*Dentalium, Cadulus*), des Gastéropodes opisthobranches (*Scaphander, Phyline, Cylichna*), Prosobranches (*Pleurotonia, Fusus*) et des Lamellibranches (*Arca, Nucula, Leda, Pecten, Lima, Neæra*, etc.).

» Les Solénoconques semblent organisés pour vivre dans les sables et les vases du fond de la mer. Dépourvus normalement d'organes visuels, ils capturent au moyen de leurs filaments tentaculaires les Foraminifères qui pullulent autour d'eux. Il n'est pas étonnant que, dans ces conditions, ils se soient multipliés à l'infini. Durant les trois campagnes du *Travailleur* (1880, 1881, 1882), chaque coup de drague a toujours ramené des Dentales; en certains points du golfe de Gascogne et de la Méditerranée, ils ont été recueillis en quantités prodigieuses et forment presque seuls la population malacologique de ces fonds. L'espèce dominante dans les mers d'Europe paraît être le *Dentalium agile*, connu depuis peu d'années, à la suite des dragages de M. Sars aux îles Lofoten, et qui n'avait jamais été capturé dans les zones supérieures. Aujourd'hui l'*area* occupée par ce Mollusque est immense et s'étend de l'océan Glacial aux Canaries d'une part, de la Méditerranée au golfe du Mexique d'autre part.

» Durant l'expédition du *Challenger*, on a dragué 36 espèces de Solénoconques dans les diverses mers du globe; les campagnes du *Travailleur* en ont procuré 18 espèces, réparties en quatre genres : 4 *Dentalium*, 2 *Siphonentalis*, 1 *Siphonentalium*, 9 *Cadulus*, chiffre considérable eu égard à la faible étendue relative des mers que nous avons explorées; les expéditions du *Blake*, en Amérique, ont procuré également 18 espèces.

» Un des résultats les plus remarquables de notre campagne de 1882 est la découverte de quelques exemplaires en parfait état d'une espèce gigantesque, obtenue par 1900^m de fond, entre la côte ouest du Maroc et les Canaries, et que nous avons nommée *Dentalium ergasticum*. Ce Dentale, dont la longueur dépasse $0^m,090$, était vivant quand on l'a pris, mais, plongé dans un vase d'eau de mer, il s'est contracté brusquement et n'a plus donné signe de vie. Son test est très épais, solide; son ouverture antérieure mesure environ $0^m,010$; l'extrémité postérieure, très effilée, est munie d'une entaille longitudinale, longue de $0^m,015$ sur un de nos spé-

cimens et qui rappelle singulièrement la grande fissure des Dentales de l'éocène parisien. La surface de la coquille est ornée de petites côtes serrées, assez aplaties.

» Une autre espèce, d'une taille probablement supérieure à celle du *Dentalium ergasticum*, a été draguée, le 25 juillet, par le *Travailleur*, mais à une plus faible profondeur (440^m au sud de l'Espagne avant d'arriver à Cadix). Malheureusement les deux extrémités de la coquille manquent et le Mollusque est remplacé par un Siponcle. Ce Dentale ne peut être distingué spécifiquement d'un des fossiles les plus caractéristiques du pliocène italien, le *Dentalium Delessertianum* (Chenu), dont la taille normale est de 0^m,10 environ et dont la fissure est semblable à celle du *D. ergasticum*.

» En 1882, nous avions déjà dragué un Solénoconque fossile du pliocène de Sicile, le *Cadulus ovulum* (Philippi). Ces faits, qui se multiplient sans relâche depuis que l'examen des faunes abyssales a été sérieusement entrepris, permettent de supposer qu'un grand nombre de formes pliocènes, considérées comme éteintes, existent encore au fond des mers, où la drague saura les atteindre. La détermination des espèces abyssales ne peut d'ailleurs être faite qu'à l'aide des Ouvrages relatifs à la Paléontologie pliocène (Philippi, S. Wood, Seguenza, Brugnone, etc.). Au point de vue biologique, le pliocène, le quaternaire et l'époque actuelle sont donc intimement liés et constituent une période homogène de l'histoire de la vie sur le globe, période bien distincte de celle du miocène, où les conditions de température des eaux marines, au sud de l'Europe, étaient complètement changées, ainsi que leur population animale, par suite d'une large communication avec l'océan Indien, qui permettait aux Polypiers astréens de s'étendre jusqu'à la latitude de la France. La Méditerranée pliocène différait à peine de la Méditerranée actuelle par ses contours et sa faune, tandis que la mer miocène du sud de l'Europe n'avait aucun rapport dans sa configuration avec la Méditerranée actuelle. »

EMBRYOLOGIE. — *De l'ovogénèse chez les Ascidiens.* Note de M. **Ad. Sabatier**, présentée par M. Alphonse Milne-Edwards.

« Poursuivant, au laboratoire de la Station zoologique de Cette, mes recherches sur la genèse des éléments reproducteurs, je me suis attaché à l'étude de l'œuf des Ascidiens, qui présente des particularités si remarquables, et encore si obscures et si controversées. Mes recherches ont porté sur *Ciona intestinalis*, sur *Ascidia villosa*, *Phallusia cristata*, *Phallusia mammi-*

lata, *Cynthia microcosmus*, *Ascidia granularia*, *Cinthia papillosa*, *Molgula socialis*, *Molgula nana*, plusieurs espèces de *Botryllus*, *Botrylloides rubrum*, quelques Didemniens, etc. Les résultats de mes recherches peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

» 1° Chez les Ascidiens l'ovaire se compose à l'origine d'une agglomération de noyaux dépendant du mésoderme et réunis par une faible quantité de substance intermédiaire claire. L'ovaire a donc la constitution et les caractères d'un tissu conjonctif embryonnaire dans lequel les atmosphères protoplasmiques ne sont pas nettement délimitées. Cette structure se retrouve chez l'adulte, dans les portions de l'ovaire où il y a nouvelle formation d'œufs.

» 2° L'œuf a pour point de départ un corpuscule de ce tissu conjonctif embryonnaire qui constitue l'ovaire.

» 3° Ce corpuscule, dans lequel se développent une ou deux granulations qui seront le ou les nucléoles, constitue lui-même le nucléus de l'œuf futur.

» 4° Autour de ce nucléus se forme et se délimite nettement une couche de protoplasma transparent et incolore; et ainsi sont réunis les éléments essentiels de l'œuf.

» 5° Autour de l'œuf ainsi constitué se forme une première membrane très délicate, qui peut être rapportée à la substance intermédiaire du tissu conjonctif embryonnaire de l'ovaire. C'est la membrane capsulaire amorphe.

» 6° Au-dessous de cette membrane apparaissent, à la surface du vitellus, des éléments cellulaires qui seront les cellules capsulaires. Ces éléments, contrairement à ce qu'on a cru, n'ont point pour origine des éléments extérieurs à l'œuf qui sont venus s'appliquer et s'aplatir à sa surface. Ce sont de petites masses formées au sein du vitellus et éliminées par la surface de celui-ci, masses d'abord claires et homogènes, et qui s'individualisent comme cellules en acquérant un noyau, des granulations et une membrane limitante. Ces masses et ces cellules, se multipliant, forment une couche continue autour de l'œuf.

» Au-dessous d'elles et aux dépens de leur face interne se constitue parfois une seconde membrane reposant sur le vitellus : c'est la membrane sous-capsulaire, qui peut devenir plus ou moins épaisse.

» Dans d'autres cas, les cellules capsulaires restent aplaties, se sclérosent, et constituent ainsi autour de l'œuf une enveloppe épaisse et anhiste.

» 7° Les cellules dites très improprement *cellules du testa*, ou mieux

cellules granuleuses, ont également pour point de départ le vitellus de l'œuf, comme l'ont avancé Kupffer et Semper. Elles représentent également un élément éliminé par la surface de l'œuf. Ce sont des cellules encore imparfaites, en voie de se constituer, mais entachées de décadence et de dégénérescence avant d'avoir atteint ce but. Je les désigne sous le nom de *globules cellulaires*, pour concilier les nomenclatures et les vues de Semper et des autres naturalistes qui les ont étudiées.

» 8° Les corpuscules intra-vitellins, que l'on observe autour du noyau et dans le sein du vitellus des œufs jaunes, ne sont donc ni des éléments extérieurs, ni des cellules capsulaires, ayant immigré dans le vitellus; mais bien des masses de protoplasma clair, finement granuleux, qui se forment au sein du vitellus par voie de concentration, et qui, émigrant ultérieurement vers la surface, constituent, dans une première phase de l'ovogénèse, les cellules capsulaires et, dans une seconde phase, les cellules granuleuses ou globules cellulaires, improprement nommés *cellules du testa*.

» Les preuves à l'appui des propositions ci-dessus seront d'ailleurs longuement développées dans un Mémoire, accompagné de planches, qui est déjà sous presse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence du vent sur les phénomènes météorologiques.* Note de M. E. **Allard**, présentée par M. H. Mangon.

« L'influence que la direction du vent exerce sur les différents phénomènes météorologiques, comme la température, la pression atmosphérique, la pluie, n'est pas la même dans toutes les saisons. En étudiant cette influence pour les douze mois de l'année, j'ai cru reconnaître qu'on pouvait en préciser les variations au moyen d'une loi que je vais indiquer.

» Je m'occuperai d'abord de la température. Un registre météorologique, tenu à Poitiers pendant quarante ans (1779-1818) et déposé à la bibliothèque de la ville, m'a permis de calculer, pour chaque mois, la température moyenne correspondant à chaque direction du vent, à 2^h de l'après-midi. Le Tableau suivant donne les résultats de ce calcul pour vingt années (1799-1818) :

	Température pour le vent								Résultante		Résultante relative.				Angle à partir de mars.
	N.	N.-E.	E.	S.-E.	S.	S.-O.	O.	N.-O.	Comp. S.	Comp. O.	Comp. S.	Comp. O.	Grand.	Direct.	
Mars.......	8,8	7,7	11,7	13,8	13,4	12,9	12,0	10,4	10,68	1,57	2,57	0,43	2,61	O 81° S	0°
Avril......	12,6	13,3	16,3	17,5	17,6	15,7	14,4	12,7	10,09	—3,60	1,98	—4,74	5,15	S 67 E	76
Mai........	17,2	18,4	21,4	21,9	22,8	20,7	19,2	18,1	9,91	—3,26	1,80	—4,40	4,78	S 68 E	77
Juin.......	21,3	22,8	24,3	25,8	25,3	23,1	22,8	21,4	7,32	—4,40	—0,79	—5,54	5,62	E 8 N	107
Juillet.....	23,1	25,1	26,3	26,3	27,8	24,9	24,0	22,3	7,39	—5,27	—0,72	—6,41	6,50	E 6 N	105
Août.......	23,0	24,0	24,8	26,5	26,5	24,6	23,9	22,4	6,82	—3,37	—1,29	—4,51	4,72	E 16 N	115
Septembre..	18,9	20,1	22,1	20,8	21,9	21,2	19,9	18,4	5,47	—3,12	—2,64	—4,26	5,03	E 32 N	131
Octobre....	13,4	13,7	15,2	16,0	16,5	16,7	15,2	13,7	6,85	0,50	—1,26	—0,64	1,41	E 63 N	162
Novembre..	8,3	6,7	8,0	10,4	11,0	12,0	11,3	9,3	7,22	6,27	—0,89	5,13	5,22	N 80 O	269
Décembre..	4,6	1,4	3,4	6,3	6,7	8,8	8,7	5,4	7,97	9,90	—0,14	8,76	8,80	N 89 O	278
Janvier.....	2,8	1,2	3,8	4,6	5,5	7,9	7,6	5,4	6,87	9,10	—1,24	7,96	8,07	N 81 O	270
Février.....	5,7	3,3	4,9	8,5	10,3	10,2	9,9	7,5	10,19	9,17	2,08	8,03	8,30	O 15 S	294
Année....	13,3	13,1	15,2	16,5	17,1	16,6	15,7	13,9	8,11	1,14					

» En considérant les températures des différents vents comme des forces, on peut en calculer la résultante. Le Tableau fait connaître, pour chaque mois et pour l'année entière, les composantes sud et ouest de cette résultante. Si maintenant on prend la différence entre chacune de ces composantes mensuelles et la composante annuelle, on obtient ce que j'appelle la *résultante relative mensuelle*. Le Tableau donne, pour chaque mois, les composantes sud et ouest de cette résultante relative, ainsi que sa grandeur et sa direction. On l'obtiendrait également par une construction graphique, en traçant à partir d'un même centre la résultante de l'année, ainsi que celles des différents mois; les lignes joignant l'extrémité de la résultante annuelle aux extrémités des résultantes mensuelles représenteraient les résultantes relatives mensuelles.

» La dernière colonne du Tableau fait connaître l'angle de chaque résultante relative avec l'une d'elles, celle du mois de mars, par exemple; ces angles, pris dans le sens ouest-sud-est-nord, vont en croissant, sauf de légères anomalies en juillet et janvier, et la même conséquence se vérifierait sur la figure si on la construisait. On peut donc dire que la résultante relative mensuelle de la température des vents exécute, dans le courant d'une année, une rotation complète, dans le sens contraire à celui des aiguilles d'une montre.

» J'ai pu, dans le même registre et pour la même période de temps, calculer la pression barométrique, ramenée à 0°, pour chaque mois et pour chaque direction du vent. Voici les résultats obtenus :

	Hauteur barométrique pour le vent								Résultante.		Résultante relative.			Angle à partir de mars
	N.	N.-E.	E.	S.-E.	S.	S.-O.	O.	N.-O.	Comp. N.	Comp. E.	Comp. N.	Comp. E.	Direct.	
Mars	753,0	55,5	54,6	52,8	51,2	48,7	50,6	53,8	7,31	8,10	—2,88	3,00	E 44° S	0°
Avril	54,4	54,3	54,4	50,3	52,1	49,9	50,0	54,3	8,24	4,68	—1,95	—0,42	S 12 O	58
Mai	56,0	56,6	54,0	53,6	51,3	51,8	53,1	55,7	9,58	2,81	—0,61	—2,29	S 75 O	121
Juin	55,3	56,8	55,8	52,7	51,1	51,9	54,1	55,7	9,79	3,04	—0,40	—2,06	S 79 O	125
Juillet	57,4	57,5	53,2	54,4	52,6	52,3	54,9	56,4	9,89	0,56	—0,30	—4,54	S 86 O	132
Août	57,3	56,4	55,7	53,0	52,3	52,2	54,1	55,9	10,02	2,52	—0,17	—2,58	S 86 O	132
Septembre	56,5	56,6	56,3	53,5	51,3	51,5	53,8	55,5	10,22	4,69	0,03	—0,41	O 4 N	140
Octobre	55,9	57,2	54,7	54,4	48,8	51,8	54,0	55,6	11,77	3,67	1,58	—1,43	O 48 N	184
Novembre	55,7	55,3	53,7	51,2	50,2	48,0	50,5	55,3	13,56	5,46	3,37	0,36	N 6 E	232
Décembre	55,9	56,9	51,9	51,1	49,9	49,8	50,7	52,6	12,08	5,16	1,89	0,06	N 2 E	228
Janvier	56,3	58,8	57,0	54,6	50,8	48,8	51,7	55,1	12,92	12,02	2,73	6,92	N 68 E	294
Février	57,4	57,2	55,3	55,2	53,6	49,3	53,8	54,1	8,61	7,86	—1,58	2,76	E 30 S	346
Année	55,9	56,5	54,7	53,1	51,3	50,5	52,5	55,0	10,19	5,10				

» Eu retranchant la résultante annuelle de chacune des résultantes mensuelles, on obtient, comme précédemment, les résultantes relatives mensuelles, et l'on reconnaît que l'angle qu'elles font avec celle de mars, va en croissant dans le sens est-sud-ouest-nord, sauf quelques légères anomalies. On peut donc dire que la résultante relative mensuelle des pressions barométriques des vents exécute, pendant l'année, une rotation complète dans le même sens que les aiguilles d'une montre. C'est le contraire de ce qui se passe pour la température.

» Enfin, en étudiant les observations que les gardiens des phares français enregistrent trois fois par nuit sur le vent et sur l'état de l'atmosphère, j'ai calculé, pour une période de dix ans (1869-78) et pour chaque mois, la fréquence du vent, ainsi que la probabilité des tempêtes, des brouillards ou de la pluie pour les différentes directions du vent. En déterminant, comme ci-dessus, les résultantes relatives mensuelles, on constate en général la même loi de rotation annuelle. Le Tableau suivant contient les résultats moyens obtenus pour les phares de la Manche. On y donne les résultantes, non par mois, mais par saison seulement; les chiffres représentent des millièmes. La rotation paraît s'effectuer dans le même sens que les aiguilles d'une montre pour les probabilités des tempêtes, de la pluie ou des brouillards, et dans le sens contraire pour la fréquence des vents. Les détails qui permettent de calculer le Tableau suivant seront donnés dans un Mémoire qui sera prochainement publié.

	Fréquence des vents.				Probabilité des tempêtes.				Probabilité de la pluie.				Probabilité du brouillard.			
	Résultante.		Résult. relat.		Résultante.		Résult. relat.		Résultante.		Résult. relat.		Résultante.		Résult. relat.	
	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.
Printemps.	66	29	E 53° N	0	81	73	N 88° E	0	—145	78	E 29° S	0	168	24	O 41° N	0
Été........	32	218	N 42 O	79	8	84	E 48 S	50	—137	73	E 21 S	»	290	— 49	O 73 N	32
Automne..	—140	144	O 78 S	205	142	299	O 23 N	205	— 60	232	O 29 N	180	— 31	—265	E 27 S	166
Hiver......	—227	122	S 2 E	219	127	175	O 60 N	242	— 69	158	O 61 N	212	—109	—156	E 78 S	217
Année...	— 67	128			79	147			—114	133			42	—123		

» Ainsi, dans ces différents cas, on retrouve, d'une manière plus ou moins nette, cette loi de rotation de la résultante relative mensuelle. Mais, avant d'en admettre la généralité et d'en chercher l'explication, il serait nécessaire de la vérifier sur d'autres séries d'observations. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lettre sur la grêle du 9 mars aux salins d'Hyères, vaisseau le Souverain*; par M. **Le Goarant de Tromelin**.

« Le 6 mars, de 1^h du matin à minuit, le baromètre baisse de $764^{mm},5$ à $748^{mm},3$. Le vent est nord-ouest, la température en moyenne de 5°. Éclairs dans le nord-est.

» Le 7 et le 8, le baromètre se maintient entre 749^{mm} et 750^{mm}; le vent, nord-ouest, et la température de 5°; le 8, éclairs dans diverses directions.

» Le 9 mars, voici les éléments de la journée

Heures.	Vent.	Force.	Baromètre. (mm)	Température. (°)
Minuit	»	»	»	»
1.........	NE	2	749,8	+3,5
2.........	»	»	»	»
3.........	NNO	2	»	»
5.	Calme	0	748,5	+4,5
6.........	NE	1	»	»
7.........	NE	1	»	»
8.........	NE	1	»	»
9........	N	1	746,5	+3,8
10.......	NNE	1	»	»
11........	NO	3	»	»
Midi......	N	1	»	»
1...	N	2	745,5	+6,2
2.........	NE	2	»	»
3.........	NE	2	»	»

Heures.	Vent.	Force.	Baromètre.	Température
			mm	°
4.........	NE	2	743,5	+5,5
5.........	NE	2	»	»
6.........	E	4	»	»
7.........	E	4	»	»
8.........	NO	4	»	»
9.........	NO	1	743,8	+3,0
10.........	Variable	1 à 2	»	»

» Le baromètre continue ensuite à monter.

» Le 9 au matin, le ciel devient très sombre. Une grosse masse de nuages à bords déchiquetés se lève. La brise est faible sur la mer; néanmoins la masse nuageuse marche assez rapidement. En l'examinant, on voit des mouvements tourbillonnaires très accentués; quelques commencements de trombes se dessinent, mais faiblement et sans aboutir.

» Enfin, à $10^h 30^m$, une grêle très considérable tombe. Elle dure environ dix minutes. Le tonnerre et les éclairs ont accompagné ce phénomène. En examinant les grêlons, on voit immédiatement que chacun d'eux est un secteur sphérique ayant pour base soit un segment, soit un polygone sphérique et un rayon de 8 à 10^{mm}. Il semble que ce soient les différentes parties de sphères plus grosses qui auraient formé les grêlons primitifs, lesquels se seraient brisés avant de tomber ou en tombant. L'angle d'ouverture est variable et presque tous sont comme ébréchés au sommet. Je n'ai pu trouver un seul grêlon sphérique. La cristallisation était radiale, le tissu neigeux peu dense, assez friable, avec noyau très petit et peu marqué, en sorte que la vitesse de chute n'était pas considérable.

» Cette grêle me paraît avoir été produite par un mouvement gyratoire communiqué à un amas de neige dans la région moyenne, conformément à la théorie de M. Faye. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Chute d'une météorite à Alfianello, territoire de Brescia (Italie)*. Note de M. **Denza**, présentée par M. Daubrée.

« Les renseignements que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie sur cet important événement ont été rassemblés avec le plus grand soin d'après les informations qui m'ont été obligeamment transmises par

M. Bombicci, professeur à l'Université de Bologne, qui se porta sur le lieu même de la chute où il avait déjà envoyé auparavant M. Ferruccio Rizzatti, élève-naturaliste de la même Université; et aussi d'après les indications que m'ont fait parvenir MM. les professeurs Briosi, Ragazzoni, Casali et Gallia, de Brescia, et des personnes de l'endroit même où le fait est arrivé.

» Le 16 février dernier, à $2^h 43^m$ de l'après-midi, une forte détonation se fit entendre sur beaucoup de points de la province de Brescia et même des provinces voisines de Crémone, de Vérone, de Mantoue, de Plaisance et de Parme. La détonation fut épouvantable dans la commune d'Alfianello, arrondissement de Verolanuova, province de Brescia.

» C'était une météorite qui éclatait à quelques centaines de mètres au-dessus d'Alfianello. Un paysan la vit tomber dans la direction de nord-est à sud-ouest, ou plus exactement de nord-nord-est à sud-sud-ouest, à la distance de 150^m environ. Quand la masse tomba à terre, il se produisit, dit-on, sur le sol, par suite de la transmission du choc, un mouvement sussultoire, comme celui d'un tremblement de terre, et qui fut ressenti dans les endroits environnants; on vit osciller les fils télégraphiques et les carreaux des fenêtres. Le témoin tomba évanoui sur le sol par le double effet de la secousse et de l'épouvante.

» Avant que la météorite heurtât le sol, on aperçut comme une commotion dans les nuages légers dont le ciel était couvert, et l'on entendit, aussitôt après, un bruit prolongé, comparable à celui d'un train de chemin de fer marchant rapidement sur les rails.

» On ne vit aucune lumière; mais le bolide a dû être accompagné, comme d'habitude, d'une légère vapeur, produite par la volatilisation de la substance fondue à la surface; car quelques-uns de ceux qui le virent tomber le comparèrent à une cheminée se précipitant du haut du ciel et surmontée de son panache de fumée. La météorite tomba à 300^m environ au sud-ouest d'Alfianello, dans un champ de la propriété dite Forsera, appartenant aux frères Bonetta. Elle pénétra dans le sol obliquement, à peu près dans la même direction qu'on l'avait vue s'avancer dans l'air, de l'orient à l'occident, et s'y enfonça à environ $1^m,50$. Au-dessus de la météorite s'ouvrait un trou d'environ 1^m de profondeur.

» Le laboureur dont nous avons parlé, avec deux autres paysans qui survinrent, furent les premiers à toucher la pierre qui venait de tomber, et la trouvèrent encore un peu chaude.

» Il convient de remarquer que les faits qui accompagnèrent la chute

de la météorite d'Alfianello ont une grande analogie avec ceux qui se produisirent lors de la chute de la météorite tombée en 1856 à Trenzano, dans cette même province de Brescia.

» La météorite tomba entière, mais elle fut presque aussitôt réduite en menus morceaux par le fermier de la propriété, et ces morceaux furent dispersés parmi la foule qui s'était pressée sur le lieu de l'événement.

» La forme était ovoïde, mais un peu aplatie au centre; la partie inférieure était plus large et convexe, présentant la forme d'un chaudron; la partie supérieure était tronquée. La surface était recouverte de la croûte noirâtre habituelle et parsemée de petites cavités, appelées *piézoglyptes*, tantôt séparées, tantôt groupées ensemble, si bien que ceux qui étaient accourus crurent voir dans certaines parties l'empreinte d'une main, en d'autres, celle d'un pied de chèvre.

» Quant aux dimensions et au poids de la météorite, les appréciations sont diverses. D'après le témoignage de quelques-uns, sa hauteur eût été de $0^m,75$, sa plus grande largeur de $0^m,60$, et son volume d'environ $0^{mc},025$. Selon quelques-uns, son poids aurait été de 50^{kg}; selon d'autres, de 100^{kg}, ou de 200^{kg}, ou même de 250^{kg}. Il paraît toutefois très probable que son poids véritable n'était pas beaucoup au-dessous de 200^{kg}. Ce qu'il y a de plus certain, c'est que le professeur Bombicci en emporta plus de 25^{kg} à Bologne, pour en doter la riche collection de météorites qu'il a réunies au musée de Minéralogie de l'Université de cette ville; qu'il en reste à peu près 40^{kg} auprès d'autres personnes; que l'échantillon le plus considérable pèse $13^{kg},5$ et se trouve chez MM. Ferrari; que la municipalité d'Alfianello envoya un échantillon de 3^{kg} à l'Athenæum de Brescia; enfin que deux morceaux, de plus de 12^{kg} chacun, furent jetés dans l'eau d'un torrent et s'y perdirent, sans parler d'une quantité considérable d'autres petits fragments, distribués çà et là, dont je possède quatre, ayant un poids total de 39^{gr}, le plus gros pesant 30^{gr}.

» Par sa structure, la météorite d'Alfianello appartient, selon le professeur Bombicci, au groupe des *sporadosidères-oligosidères* et se rapproche du type *Aumalite*, se montrant pour ainsi dire identique à la météorite de New-Concord (Ohio).

» La substance est finement granulaire, d'un gris cendré; du reste, dans les surfaces polies, elle apparaît finement grenue et bréchiforme, avec des éléments offrant diverses gradations de couleur. De nombreux grains métalliques y sont disséminés; on y trouve de petits nids dans les-

quels on voit le fer et peut-être une de ses combinaisons à éclat métalloïde et d'un blanc jaunâtre ou bronzé. Des auréoles de rouille se forment rapidement autour des parcelles de fer.

» A part les portions où le fer est très concentré, les grains métalliques de la matière pierreuse sont dans la proportion de poids de 68 pour 1000. L'écorce noirâtre est âpre, rude, en quelque sorte grumeleuse dans quelques parties de la surface, et plutôt lisse et unie dans d'autres; elle est peu luisante en général. Les piézoglyptes sont très profondes sur tous les échantillons et, d'ordinaire, il y correspond un vernis blanchâtre, laissant paraître, à travers, la couleur gris clair qu'il recouvre.

» Le poids spécifique total est de 3,47 à 3,50.

» L'analyse chimique qualitative et quantitative de la météorite se fait, en ce moment, à Bologne, dans deux laboratoires différents; je ne manquerai pas de communiquer à l'Académie les résultats qu'on aura obtenus et qui m'ont été promis par le professeur Bombicci. »

M. **Pritchard** adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une courte Note sur un « appareil redresseur des courants de la bobine Ruhmkorff. » Un commutateur est monté sur l'axe d'un volant, actionné par une bielle; celle-ci est mise en mouvement par le trembleur de la bobine. Le courant de fermeture est alors ramené au sens du courant d'ouverture, dans un circuit extérieur à la bobine induite.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 MARS 1883.

Résumé historique de l'enseignement de l'Economie politique et de la Statistique en France, à l'occasion du 40e anniversaire de la fondation de la Société d'Economie politique; par E. LEVASSEUR, Membre de l'Institut. Paris, Guillaumin et Cie, 1883; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Economistes.*)

Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'Histoire naturelle; par M. R. RENAULT; 3e année : *Fougères.* Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Paléontologie française; 1re série : *Animaux vertébrés, terrain jurassique;* liv. 59 : *Crinoïdes; par* M. DE LORIOL. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2e série, t. V, 2e cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Duthu, 1882; in-8°.

L'état glaciaire. Quelques mots sur la question; par M. J. PÉROCHE. Paris, Germer-Baillière, 1883; in-8°.

Acclimatation du Saumon aux Antipodes; par M. J.-LÉON SOUBEIRAN. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Les procédés opératoires en Histologie végétale (*Microchimie*); *par* L. OLIVIER. Paris, Imp. Quantin, 1882; in-8°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER: t. I, n° 2. Stockholm, Beiger; Paris, Hermann; Berlin, Mayer et Müller, 1883; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Manuel de Conchyliologie; par M. le Dr PAUL FISCHER, fasc. V (p. 417-512) et atlas. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

A. DE GREGORIO, *Sulla fauna delle argile scagliose di Sicilia (oligocene-eocene), ecc. — Fauna di S. Giovanni Ilarione (parisiano). — Coralli giuresi di Sicilia. Su talune specie e forme nuove degli strati terziari di Malta e del sud-est di Sicilia; conchiglie conservate nelle Università di Valletta e di Catania. — Nota sul rilevamento della Carta geologica di Sicilia. — Una gita sulle Madonie*

e sull' Etna. Fossili dei dintorni di Pachino. Palerma, Torino, 1880-1882; 2 vol. in-4° et 5 br. in-8°.

Lezioni sulle malattie venere e sifilitiche, dettate dal prof. P. MAZITELLI; Parte I. Napoli. V. Pasquale, 1883; in-8°.

Proceedings of the philosophical Society of Glasgow, 1881-82; vol. XIII, n° 2. Glasgow, 1882; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. XV, aprile 1882. Roma, 1882; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MARS 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur une objection de M. Tacchini, relative à la théorie du Soleil, dans les « Memorie dei Spettroscopisti italiani »*; par M. Faye.

« Il faut convenir que l'analyse spectrale, en donnant le moyen d'étudier les éruptions d'hydrogène en dehors des éclipses, à tout instant, sur le bord du Soleil et parfois sur le disque même, en pleine photosphère, a rendu un notable service à la Science. Le premier, M. Respighi a exploité cette mine féconde; puis sont venus le P. Secchi avec M. Tacchini. Tout en rendant hommage aux travaux du même genre qui ont été entrepris dans d'autres pays, on peut dire que la partie descriptive de ces phénomènes doit beaucoup aux savants italiens. C'est une raison pour moi de tenir grand compte des objections qui peuvent se produire contre ma théorie dans les *Memorie dei Spettroscopisti italiani*. Quelques lignes suffiront pour faire comprendre celle que M. Tacchini a cru pouvoir tirer d'une observation récente sur la grande tache visible à l'œil nu de l'an dernier.

» Les éruptions d'hydrogène se produisent autour des taches, mais jamais sur le noyau lui-même. Il y a pourtant une exception *apparente :* c'est lorsque la tache, en train de se segmenter, est déjà divisée par un

pont lumineux. Alors, au-dessus de ce pont, surgissent des protubérances, absolument comme sur les facules marginales. Ce qui permet de constater ces phénomènes, c'est qu'au spectroscope la raie noire C, que l'hydrogène de la chromosphère produit généralement sur le disque du Soleil et dont on se sert pour voir en entier les protubérances, se trouve affaiblie, ou même s'intervertit et devient brillante sur les facules des taches ou sur les ponts lumineux. Et si l'éclat de la raie C devient très vif, il est facile de voir les protubérances sur le Soleil lui-même, presque aussi bien qu'aux bords, en ouvrant légèrement la fente du spectroscope. Mais cette espèce de paroxysme de haute température qui se manifeste ainsi dans les éruptions hydrogénées n'est que passager : le phénomène tout entier est essentiellement variable, comme l'action mécanique qui le produit. En d'autres termes, les effusions hydrogénées qui accompagnent une tache montent plus ou moins haut, jaillissent au-dessus de la photosphère, entraînant avec elles des vapeurs métalliques, ou restent confinées dans cette couche, suivant les péripéties par où passe la tache qui naît, grandit, se décompose et finalement se rétrécit et disparaît.

» Voici maintenant l'observation de M. Tacchini (*Memorie*, gennaio 1883, p. 13 et 14). La grande tache de l'an dernier s'est formée le 20 et le 21 octobre; elle devait disparaître au bord occidental le 28, mais le mauvais temps empêcha d'observer alors les protubérances dont elle était sans doute entourée. Elle reparut le 12 novembre au bord oriental; le temps couvert fit encore obstacle aux observations. Le 18, M. Tacchini nota le renversement de la raie C en certaines régions de la tache; le 19, cette raie était devenue si brillante, sur un pont qui séparait deux noyaux voisins, que M. Tacchini espéra voir la protubérance correspondante. Effectivement, en ouvrant un peu la fente du spectroscope [1], il put contempler à son aise, en plein Soleil, une magnifique protubérance, et s'assurer, par une mesure très adroitement exécutée, qu'elle répondait bien au pont lumineux. Dans la journée, l'éclat de la raie rouge de l'hydrogène commença à faiblir; le 21, on en voyait encore des traces; le 23, il n'y avait plus de renversement; enfin, le 25, jour où le groupe était sur le point de disparaître au bord occidental du Soleil, les protubérances se réduisaient à deux petites flammèches à côté de la tache.

» Cette observation est intéressante en ce que M. Tacchini a pu voir la

---

[1] Comme M. Young l'avait déjà fait il y a une dizaine d'années (voir *Le Soleil*, p. 103).

protubérance annoncée par le vif éclat de la raie C et constater, par une mesure directe, qu'elle répondait au pont lumineux qui divisait la grande tache. Quant aux variations que ce phénomène a présentées dans le cours d'une semaine, il n'y a rien là que de fort ordinaire et de parfaitement connu. Néanmoins, M. Tacchini en tire la conclusion suivante :

« Cette observation montre clairement que les éruptions qui accompagnent la tache sont des phénomènes intermittents et de peu de durée, ce qui détruit la théorie d'après laquelle les taches seraient produites par des tourbillons ou des cyclones ; car ceux-ci, en transportant en bas des matériaux, relativement froids, devraient donner lieu, tant que la tache dure, à des éruptions périphériques. »

» C'est à peu près comme si, en voyant baisser le jet d'eau produit par une machine élévatoire, on soutenait que la machine n'existe pas.

» Ici la machine motrice est le tourbillon qui entraîne en bas l'hydrogène de la chromosphère et l'abandonne à une certaine profondeur. Cet hydrogène, en vertu de sa légèreté spécifique et de la surchauffe acquise dans les couches profondes, remonte tumultueusement autour du tourbillon. Tantôt il arrive seulement à son point de départ; tantôt il dépasse la limite de la chromosphère sous forme de flammèches; tantôt il jaillit bien au-dessus en forme de magnifiques protubérances. La hauteur à laquelle il remonte dépend en effet du moteur, et l'énergie de celui-ci dépend de la force vive qu'il recueille, par son embouchure, dans les courants supérieurs, c'est-à-dire des inégalités de vitesse que nous savons exister dans ces courants en vertu du mode de rotation particulier au Soleil. Or l'action d'un tourbillon ayant précisément pour effet, comme le savent fort bien les ingénieurs hydrauliciens, d'absorber ces inégalités, de régulariser le courant, il travaille pour ainsi dire à se détruire lui-même au bout d'un temps donné. Aussi le tourbillon, après avoir atteint un maximum d'activité, tend-il à décroître. Avant même de s'arrêter tout à fait, la machine qui refoule l'hydrogène dans les couches profondes n'a plus la force d'en surmonter la pression. Alors le tourbillon remonte peu à peu et finit par disparaître.

» C'est ce qu'on voit bien souvent dans les tourbillons de notre propre atmosphère. Un tornado, une trombe n'agit pas toujours avec la même énergie. Le mouvement gyratoire tend-il à s'accélérer, il descend jusqu'au sol ; alors l'air d'en haut, entraîné en bas, s'échappe du pied avec abondance dans tous les sens. Vient-il à diminuer, le tornado ne descend plus jusqu'au sol, il remonte peu à peu et se cache dans les nuages; on le ver-

rait encore quelque temps si l'on était placé au-dessus. Et il arrive souvent qu'après avoir faibli, après avoir quitté terre, il recommence à descendre jusqu'au sol et à l'affouiller. Ainsi nos tourbillons sont intermittents comme ceux du Soleil. Je vois bien que beaucoup d'observateurs ne sont pas très familiers avec les mouvements gyratoires de cette espèce et ont quelque peine à se les figurer. Ils n'en existent pas moins et jouent un rôle fort considérable dans la nature.

» L'apparition fréquente d'une protubérance sur le pont brillant qui coupe en deux le noyau noir d'une tache est assurément un magnifique phénomène, dont il semble tout d'abord qu'il doive être très difficile de rendre compte. Cependant il découle si naturellement de ma théorie que celle-ci aurait pu le prévoir et devancer sur ce point les observations. En effet, lorsqu'une tache se segmente, c'est que le tourbillon primitif s'est dédoublé; de la même embouchure pendent deux cônes gyratoires, séparés par en bas, qui tendent à s'isoler de plus en plus. Les vapeurs ascendantes qui alimentent continuellement la photosphère et qui se trouvaient refoulées latéralement, tout autour du cône primitif, pénètrent dès lors entre les deux tourbillons segmentés et vont former une traînée de nuages brillants à leur ligne de séparation. De là le pont lumineux jeté en travers du noyau primitif. Mais, entre les deux tourbillons, peut aussi pénétrer l'hydrogène remontant, de manière à produire au-dessus de ce pont une protubérance semblable à celles qui entourent ordinairement la tache.

» Ce qu'il y avait de frappant dans les phénomènes, d'ailleurs bien connus, que M. Tacchini nous rapporte, ce n'est donc pas le décroissement plus ou moins rapide de telle ou telle protubérance à une époque de décomposition de la grande tache de novembre : c'était ce fait que l'apparition d'une protubérance sur le noyau est liée au phénomène de segmentation de la tache. Est-ce la segmentation qui permet à l'éruption hydrogénée de se faire jour? est-ce la pression de bas en haut de l'éruption qui détermine la segmentation? Telle est la double question que M. Tacchini aurait dû se poser, au lieu de s'attacher au petit côté du phénomène pour en tirer une objection sans portée contre ma théorie.

» Pour apprécier l'œuvre scientifique d'une époque et le travail des observateurs dont l'attention se fixe souvent plutôt d'un côté que de l'autre, au gré des théories régnantes, il faut avoir une idée nette de ces théories. Ici la chose est bien simple : il n'y en a que deux. « L'opinion semble aujourd'hui, dit M. Young, partagée entre deux théories rivales proposées

» par M. Faye et Secchi. » J'ai résumé récemment la mienne dans les *Comptes rendus* des 15, 29 janvier et 5 février derniers. Quant à celle du P. Secchi, dont M. Tacchini est peut-être resté partisan, je suppose que l'Académie sera bien aise de la connaître, car elle ne lui a pas été présentée en entier par l'auteur. En voici l'exposé; je le prends textuellement dans l'Ouvrage récent de M. le professeur Young, qui paraît l'avoir adoptée[1]:

« La dernière théorie de Secchi repose sur cette idée, certainement née de l'observation, que les éruptions se font continuellement jour à travers la photosphère et transportent des vapeurs métalliques provenant des régions inférieures. Il suppose que ces vapeurs, après s'être considérablement refroidies, retombent sur la photosphère et y occasionnent des dépressions qui sont remplies de ces matières moins lumineuses et absorbantes.... Et, comme une tache est généralement entourée d'un cercle d'éruptions, les choses se passent comme si elles déversaient tout ce qu'elles vomissent dans le même réceptacle....

» L'auteur a imaginé, il y a quelque temps, une modification à cette théorie, modification qui peut expliquer peut-être les faits, du moins en partie. Il se peut que les taches soient des dépressions du niveau de la photosphère, occasionnées, non pas directement par la pression des matières éruptives provenant d'en haut, mais par la *diminution de la poussée inférieure*, par suite des éruptions du voisinage : les taches seraient alors, pour ainsi dire, des égouts de la photosphère. Sans doute la photosphère est une écorce ou une croûte qui n'est pas tout à fait continue, mais elle est lourde à côté des vapeurs non condensées qui l'entourent, absolument comme un nuage pluvieux, dans notre atmosphère terrestre, est plus lourd que l'air; cette croûte est probablement assez continue pour qu'une diminution de la pression intérieure détermine un effet à la surface extérieure. La masse gazeuse qui se trouve au-dessous de la photosphère supporte le poids de celle-ci, ainsi que le poids des produits de condensation qui doivent descendre constamment en pluie....

» Sous tous les rapports, bien que n'étant pas autre chose qu'une couche de nuages, la photosphère forme ainsi une croûte resserrée sous laquelle sont enfermés et comprimés les gaz inférieurs. Bien plus, à une température élevée, la viscosité de ces gaz augmente dans des proportions considérables, de sorte qu'il y a beaucoup de probabilités pour que la matière qui compose le noyau solaire ait une consistance analogue à celle de la poix ou du goudron plutôt qu'à un gaz, tel que nous avons l'habitude de nous le figurer. Par conséquent, une diminution subite de la pression se transmettra lentement à partir du point où elle a eu lieu. En réunissant tous ces faits, il semblerait que, lorsqu'il se produit une ouverture à travers la photosphère, la pression intérieure diminuant, il en résultât un abaissement d'une partie de la photosphère pour rétablir l'équilibre; et si l'éruption se prolonge pendant un certain temps, la dépression de la photosphère continuera jusqu'à la fin de l'éruption. Cette dépression, remplie des gaz environnants, constituera une tache. Bien plus, la ligne de fracture, si on peut l'appeler ainsi, sur les bords de la dépression, serait une région faible de la photosphère, de sorte que nous devrions nous attendre à une série

[1] *Le Soleil*, par C.-A. Young, professeur d'Astronomie au collège de New-Jersey, U. S., p. 139-142. Germer-Baillière, 1883.

d'éruptions tout autour de la tache. La perturbation augmentera donc pendant un certain temps, la tache s'élargira et s'assombrira, jusqu'à ce que, malgré la viscosité des gaz intérieurs, l'équilibre de la pression se soit rétabli graduellement en dessous. Autant que nous le savons, ni les phénomènes spectroscopiques, ni les phénomènes visuels ne sont en contradiction avec cette hypothèse. »

» Le P. Secchi, par la situation considérable qu'il occupait si justement dans la science de son pays, se croyait obligé d'émettre une théorie qui lui fût propre sur les phénomènes solaires dont il s'est occupé presque toute sa vie. Je pensais que cet échafaudage de suppositions était oublié depuis longtemps; mais j'ai appris, en lisant le Livre de M. le professeur Young, qu'il avait encore des adhérents en Amérique. L'objection de M. Tacchini me fait croire qu'il pourrait bien en avoir aussi en Italie. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Contribution à l'étude du poinçonnage et des proues dont il détermine la formation;* par M. **Tresca**.

« Nos précédentes études sur le poinçonnage des métaux ont donné lieu, depuis leur publication, à plusieurs recherches qui ont toutes conduit à la vérification, au moins approximative, de la loi que nous avions formulée au point de vue de la longueur de la débouchure dont le poinçonnage détermine l'expulsion. On se rappelle que la réduction de hauteur de ces débouchures a dû être considérée comme le fait le plus significatif de nos observations sur l'écoulement des corps solides, et comme la preuve indéniable de la justesse de cette expression.

» Nous nous proposons dans cette Note de caractériser d'une manière plus précise les circonstances principales de ce mode d'action.

» *Echantillons de poinçonnage provenant de MM. Hoopes et Townsend.* — M. P. Farcot nous avait rapporté de l'exposition de Philadelphie un écrou à six pans de 45^{mm} de hauteur, non fileté et percé suivant son axe d'un trou de 11^{mm} de diamètre. Cet écrou constituait une véritable curiosité mécanique, en ce que nous ne connaissions pas en France de machine qui pût déterminer un pareil poinçonnage dans un fer de 45^{mm} d'épaisseur; cette proportion de 11 à 45 entre le diamètre et la hauteur aurait même paru beaucoup trop faible à la plupart des mécaniciens.

» Le diamètre du cercle inscrit dans l'hexagone du six-pans mesurait 35^{mm} et la diagonale 40. Ce curieux échantillon était accompagné de sa débouchure, dont la hauteur cylindrique atteignait $17^{mm},5$. On comprend que nous ayons immédiatement cherché à vérifier si, dans ces circonstances tout

à fait inattendues, cette hauteur était en concordance au moins approximative avec le résultat de la formule que nous avions présentée à l'Académie dans notre Mémoire sur le poinçonnage, à la date du 24 mai 1869.

» Cette formule, exclusivement relative aux blocs cylindriques, n'était pas applicable absolument à un prisme hexagonal, mais nous avions dû penser que la longueur de la débouchure ne s'éloignerait cependant pas trop de celles qui correspondraient, soit au cylindre inscrit dans le prisme, soit plutôt, en raison du surcroît de résistance latérale, au cylindre circonscrit. Dans le premier cas, la formule

$$L = R_1 \left(1 + \log \text{hyp} \frac{R}{R_1}\right)$$

aurait donné pour $R = 17,5$, $R_1 = 5,5$: $L = 11,86$; dans le second cas, pour $R' = 20$, $L = 12,60$, dimension notablement plus petite que celle de la débouchure réelle.

» Nous n'eûmes le secret de cette discordance qu'à l'Exposition de 1878, en examinant les spécimens présentés par les constructeurs américains. En réalité, le poinçonnage avait été fait non dans un cylindre, ni dans un prisme hexagonal, mais dans une barre de fer de $47^{mm},50$ de largeur et de 45 d'épaisseur. On peut, au point de vue qui nous occupe, assimiler cette barre à un prisme à base carrée de 47,50 de côté et de 61,80 de diagonale, et l'on a alors

$$R = 23,75, \quad L = 13,63 \quad \text{ou} \quad R = 30,90, \quad L = 14,99,$$

et ce dernier nombre se rapproche beaucoup de la valeur expérimentale. Pour qu'il s'établisse une complète concordance, il suffirait d'admettre que, dans le sens longitudinal, le prolongement de la barre donnât lieu, ce qui est incontestable, à une augmentation notable de résistance.

» Nous nous sommes procuré, à l'Exposition de 1878, un des blocs poinçonnés de MM. Hoopes et Townsend, qui s'est fendu suivant le plan de moindre résistance et qui montre, mieux qu'aucun des blocs de plomb, la disposition des couches horizontales déformées par le passage du poinçon.

» *Vérifications faites sur des prismes hexagonaux de plomb.* — Au reste, nous avons préparé avec du plomb plusieurs prismes hexagonaux, des mêmes dimensions exactement que les dimensions finales des pièces de même forme produites par MM. Hoopes et Townsend. Un poinçon de 12^{mm} de diamètre y a produit une débouchure de 16^{mm} de longueur, un poinçon de 10^{mm} une débouchure de 14 seulement. Ici encore l'influence de la plus

grande résistance latérale, dans le dernier cas, se trouve très bien mise en évidence; nous mettons d'ailleurs en regard les dimensions calculées par la formule et les dimensions effectives des échantillons.

	Longueur L de la débouchure	
	calculée.	observée.
$R = 60,\quad R_1 = 17,5$..	$L = R_1\left(1 + \log\text{hyp}\frac{R}{R_1}\right) = 12,43$	$L = 16$
$R' = 20$.............	$L = R_1\left(1 + \log\text{hyp}\frac{R'}{R_1}\right) = 13,32$	
$R = 50,\quad R_1 = 17,5$...	$L = R_1\left(1 + \log\text{hyp}\frac{R}{R_1}\right) = 11,26$	$L = 14$
$R' = 20$.............	$L = R_1\left(1 + \log\text{hyp}\frac{R'}{R_1}\right) = 11,93$	

» Les longueurs réelles sont aussi un peu plus grandes que celles qui sont indiquées par la formule.

» Déjà l'examen des débouchures obtenues en 1869 nous avait montré que la surface par laquelle la débouchure est poussée par le poinçon n'est touchée par cet outil que par une zone très étroite et voisine de son arête tranchante.

» En effet, les plus petites inégalités de cette face restent intactes jusqu'à la fin du poinçonnage et elle affecte dans son ensemble une disposition légèrement concave. Cette singularité provient évidemment de ce que, dès la première atteinte de la compression, il se forme autour du poinçon une dépression concave dont le raccordement, au-dessous de ce poinçon, est nécessairement continu. La surface primitive se trouve ainsi soumise à une sorte d'ondulation dont la flèche n'est jamais nulle et ne s'efface pas pendant la continuation du poinçonnage.

» Les débouchures des poinçonnages effectuées par les constructeurs américains sont peut-être, sous ce rapport, plus démonstratives encore que les autres; la face supérieure du bloc avait été finement rabotée, et les petites rayures qui proviennent de ce travail préliminaire ont été, ainsi qu'on peut le vérifier sur les échantillons, complètement respectées sous le poinçon; cette extrémité de la débouchure est d'ailleurs nettement concave, et cette disposition, tout à fait générale, est surtout accusée pour les diamètres les plus petits. Cet isolement entre la face inférieure du poinçon et celle de la matière dans laquelle ce poinçon s'enfonce tend à montrer que l'action mécanique n'est transmise à la masse déplacée que par l'intermédiaire d'une certaine épaisseur de matière avoisinant la proue, et que

c'est seulement au-dessous de celle-ci que la pression se trouve répartie, suivant une loi encore ignorée, sur toute la section transversale de la débouchure. Il en résulte que la formation de la proue a tout à la fois pour objet de répartir ainsi la pression motrice et d'aider à l'écoulement latéral de la matière chassée de la débouchure. En retrouvant dans les poinçonnages effectués sur des blocs formés de plaques superposées la surface lenticulaire qui correspond au plus grand amincissement des plaques supérieures, on ne saurait douter de l'intensité relative des mouvements de glissement qui s'y produisent; cette surface est le lieu du plus grand glissement et par conséquent de plus grande fatigue du métal.

» Mais cette conclusion est en fait beaucoup mieux démontrée encore par les cassures qui se produisent assez fréquemment dans les matrices d'acier suivant cette surface courbe. Si un bloc d'acier est terminé à l'extérieur par une saillie cylindrique sur laquelle un mouton produira des chocs violents, on est évidemment conduit à assimiler cette partie cylindrique à la tête d'un poinçon de même forme qui agirait sur le bloc. Les exemples suivants établissent absolument que le métal s'écrouit sur cette surface convexe jusqu'au point d'y déterminer des ruptures tout à fait caractéristiques. N'est-ce pas là un mode de démonstration, qui corrobore les faits précédemment observés et qui a sur eux l'avantage d'être obtenu en pleine masse de métal, sans qu'aucun lit ait été formé d'avance, qui pût exercer quelque influence sur le phénomène de glissement?

» *Matrices cylindriques de MM. Neau, Lecomte et Migeon.* — Employée à la fabrication de boutons plats, l'une de ces matrices a formé, par une cassure courbe, une lentille qui s'est détachée du bloc d'acier, montrant nettement que la compression maximum qui l'a déterminée s'est sensiblement répartie suivant la forme de la proue qui se serait produite par un poinçonnage de même diamètre. Cette lentille est toutefois écornée vers son bord, sur un quart à peu près de sa base supérieure. Il y a lieu de penser que la forme conique des épaulements de la matrice a facilité le dégagement de cette lentille.

» Dans un autre cas, deux matrices, en frappant l'une contre l'autre, ont déterminé des cassures lenticulaires de la forme des proues de poinçonnage; l'une d'elles est limitée à une cassure rugueuse, fendue horizontalement, mais l'autre est complète et le culot détaché a une surface lisse et même polie, comme celle du logement qui s'est produit par compression dans le bloc.

» Ce qu'il y a surtout à remarquer sur ce culot, c'est une rainure très régulière qui s'est produite dans le plan diamétral par rapport auquel

les deux saillies cylindriques sont symétriques. Il semble qu'il se soit ainsi formé deux proues distinctes reliées par cette rainure, suivant le sens de laquelle le bloc d'acier inférieur s'est fendu avec la plus grande régularité.

» *Mode d'action d'un poinçon dont l'extrémité agissante est plus ou moins convexe.* — Les poinçons que nous avons employés précédemment étaient tous à arêtes vives, à l'exception d'un poinçon à surface hémisphérique qui ne nous a servi que pour quelques poinçonnages sans contre-matrice. C'est également dans cette même condition que, à la suite de nos propres expériences, M. Obermayer, de Berlin, en 1868, a fait pénétrer dans une masse d'argile divers solides en bois: un cylindre, une sphère, un cône et un paraboloïde de révolution, conduits et manœuvrés par une sorte de queue de même matière. Les plaques dont le bloc d'argile était formé montraient les déviations de chacun des plans de joint devant le solide ainsi introduit. La proue, encore visible avec la sphère, avait complètement disparu pour le cône et pour le paraboloïde.

» Il importait de compléter les données recueillies précédemment en opérant sur des blocs formés de plaques de plomb superposées, avec des poinçons à surface lenticulaire, plus ou moins convexe. L'emploi de plaques superposées constitue, en effet, le meilleur mode opératoire qui permette de dévoiler la véritable loi des déplacements intérieurs et la forme de la proue suivant la surface de laquelle l'élimination latérale se produit. On a pu toutefois reprocher à ce procédé de faciliter les glissements entre les plaques en contact, et, pour nous mettre autant que possible à l'abri de ces glissements, nous avons cherché à réunir les bords de ces plaques par une soudure autogène du plomb sur lui-même, et, bien que cette soudure n'ait pas été très complète, elle a cependant été suffisante pour le but que nous recherchions.

» Trois blocs préparés dans ces conditions ont été poinçonnés : les deux premiers ($R = 29$, $H = 30$) ont été percés de part en part par deux poinçons de 20^{mm} de diamètre, terminés tous deux par une surface convexe, l'une hémisphérique, l'autre à courbure donnée par un rayon double. Dans les deux cas, la débouchure a conservé strictement la longueur de 20^{mm}, indiquée par la formule; dans les deux cas aussi, les lignes de joint se sont recourbées, mais avec cette circonstance particulière que, dans les débouchures, les épaisseurs mesurées suivant l'axe allaient régulièrement en augmentant depuis la face d'entrée jusqu'à la face de sortie. Il n'y a réellement plus de proue; la matière refoulée par le poinçon à partir du sommet de la face agissante s'écarte régulièrement dans tous les sens et

vient se loger, dans l'intérieur du bloc, d'une façon tout à fait régulière.

» Ne sommes-nous pas en droit de conclure que ce qui formait la proue dans l'emploi d'un poinçon à face plane, ce n'était autre chose qu'un mode particulier de répartition de la pression maximum, formant une sorte de digue à toute matière qui aurait pu s'échapper dans le sens du rayon?

» Quant au troisième bloc ($R = 26$, $H = 40$), formé de quinze plaques de plomb et percé avec le même poinçon à surface lenticulaire, il a donné lieu à une débouchure de 23^{mm}, dans laquelle la première plaque n'a pu être retrouvée d'une manière distincte; elle avait été presque tout entière refoulée latéralement.

» Quant au bloc extérieur, la coupe méridienne a montré toutes les déformations habituelles avec leur caractère de parfaite régularité.

» *Conclusions.* — Les faits que nous venons d'indiquer établissent nettement :

» 1° Que notre formule du 24 mai 1869, relative au poinçonnage, est encore applicable, en dehors des conditions de dimensions de nos premières expériences, et qu'elle satisfait même, avec une approximation satisfaisante, au poinçonnage de blocs non cylindriques, à la condition de remplacer le rayon du cylindre par le rayon de la circonférence circonscrite au polygone qui forme la section transversale de ce bloc;

» 2° Que, dans les poinçonnages par poinçons à face plane, il se forme toujours, dans la masse poinçonnée, une proue lenticulaire qui la traverse de part en part;

» 3° Que cette proue, dont la surface est le lieu des plus grandes pressions, empêche par cela même le mouvement radial des premières couches, dans le voisinage de l'axe;

» 4° Que, dans ces sortes de poinçonnages, la surface qui reçoit l'action d'un poinçon à face plane, parallèle à cette surface, n'est touchée par le poinçon que sur ses bords;

» 5° Que les faits sont tout autres lorsque le poinçon lui-même, par sa face agissante, est disposé en forme de proue lenticulaire;

» 6° Que la surface convexe de la proue est le lieu de la plus grande fatigue de la matière poinçonnée, et que cette fatigue peut être telle que la rupture suivant la forme géométrique de la proue en soit souvent la conséquence; nous montrerons prochainement qu'elle est également le lieu du plus grand développement de chaleur pendant la déformation.

» Lorsque la panne d'un marteau agit sur un bloc métallique en cours de forgeage, des phénomènes analogues doivent se produire; la panne plane

donnera lieu, sans toucher autrement la masse de métal que par ses arêtes, à une proue dont la forme aura sans doute quelque analogie avec celles que nous avons constatées, tandis qu'une panne suffisamment convexe, ou en goutte de suif, se mettra, par toute sa surface, en contact avec cette masse pour en faire glisser latéralement toutes les couches et les étirer.

» Ces préliminaires demandaient à être établis avec une grande netteté pour servir de base à une étude, dès maintenant terminée, à laquelle nous nous sommes livré sur les conditions géométriques du développement de chaleur que détermine le forgeage. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement et la déformation d'une bulle liquide qui s'élève dans une masse liquide d'une densité plus grande;* par M. H. **Resal**.

« En 1733, Maupertuis a donné, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, la solution du problème du mouvement d'une bulle d'air dans un liquide. On a reproché à notre ancien Confrère d'avoir admis que la bulle reste sphérique.

» Un géomètre belge, M. Pagani, a publié, en 1834, dans le *Journal de Crelle*, un Mémoire sur le mouvement d'une bulle (B), liquide ou gazeuse, en tenant compte de la résistance au mouvement opposée par le liquide ambiant (A). Il est arrivé à des résultats qui séduisent au premier abord et dans lesquels la cycloïde joue le principal rôle; mais, en y regardant d'un peu près, on reconnaît que, en négligeant la résistance de (A), la bulle serait un cylindre vertical indéfini, ce qui n'est pas précisément conforme à l'observation.

» Maupertuis était donc moins éloigné de la vérité que M. Pagani en admettant, *a priori*, comme un fait acquis, qu'une bulle affecte à très peu près la forme sphérique, fait qui n'a reçu que plus tard son explication, en partant de la formule de Laplace relative à l'influence, sur la pression, de la courbure de la surface d'un liquide. Cette formule, néanmoins, n'est pas toujours suffisante pour conduire à une solution rationnelle de certains problèmes qui se rattachent à la théorie de la capillarité; on a alors recours, pour faire disparaître l'indétermination, à des hypothèses plus ou moins plausibles, qui conduisent quelquefois à des résultats plus ou moins conformes à ceux de l'observation. C'est, notamment, ce qui a lieu dans la

question dont nous avons à nous occuper, et qui ne comporte qu'une seule équation à peu près exempte de reproche.

» La surface de (B) est évidemment de révolution autour d'une verticale OI rencontrant en I le niveau H'H du liquide ambiant.

» Considérons une section méridienne et soient

A'OA le plan de l'équateur;
z la distance OI du centre O de l'équateur à H'H;
π, ρ les poids spécifiques de (A) et (B);
B, B' les pôles supérieur et inférieur de la surface de (B);
m, m' deux poids symétriques par rapport à O Ax, appartenant respectivement à A'BA, A'B'A et correspondant à l'abscisse $On = x$;
$mn = y$, $m'n = y'$ les ordonnées de m, m';
R le rayon de courbure en m, et R_1 la normale au même point limitée par OI;
R', R'_1 les longueurs semblables qui se rapportent à m';
μ le coefficient de capillarité;
φ l'angle $\widehat{mTx}$ formé par la tangente en m avec Ox;
V la vitesse censée constante des molécules du filet élémentaire mm' ayant pour section $d\omega$.

» Nous ferons abstraction de la pression atmosphérique qui, presque immédiatement, disparaîtrait des résultats du calcul.

» Si la bulle était en repos, les pressions en m et m' seraient respectivement

$$\Pi(z-y)+\mu\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R_1}\right),$$
$$\Pi(z+y')+\mu\left(\frac{1}{R'}+\frac{1}{R'_1}\right);$$

mais, à l'état de mouvement, la première de ces pressions doit être augmentée de la résistance opposée au mouvement par (A) et que, d'après ce qui a été admis jusqu'à présent, nous représenterons par une expression de la forme

$$\mu\frac{K}{a}V^2\cos^2\varphi,$$

en désignant par K et a deux constantes absolues dont le rapport ne dépend que de la nature de (A) et (B).

» L'équation relative au mouvement vertical du filet mm' défini ci-

dessus est, abstraction faite du facteur commun $d\omega$,

$$\Pi(z+y') + \mu\left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R'_1}\right) - \Pi(z-y)$$
$$- \mu\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}\right) - \mu\frac{K}{a}V^2\cos^2\varphi - \rho(y+y') - \frac{\rho}{g}(y+y')\frac{dV}{dt} = 0$$

ou

$$(1)\quad \begin{cases} \left(\Pi - \rho - \frac{\rho}{g}\frac{dV}{dt}\right)(y+y') \\ \quad + \mu\left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R'_1}\right) - \mu\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}\right) - \mu\frac{K}{a}V^2\cos^2\varphi = 0. \end{cases}$$

» Telle est l'équation que nous avons annoncée; elle sera d'autant plus exacte que : 1° la bulle sera plus petite, relativement à l'hypothèse que nous avons faite sur la constance de la vitesse V dans un filet vertical; 2° cette vitesse sera plus faible, puisque nous avons estimé les pressions extérieures de la même manière que si les particules de (A), qui se trouvent dans le voisinage de (B), n'entraient pas en mouvement.

» Si (B) n'éprouvait pas de résistance au mouvement de la part de (A), l'équation (1) serait satisfaite par

$$\Pi - \rho - \frac{\rho}{g}\frac{dV}{dt} = 0,$$
$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R'_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} = \frac{1}{2a},$$

en donnant ainsi une signification à la constante a.

» Si donc la bulle était primitivement sphérique, comme nous le supposerons dans ce qui suit, elle ne subirait, dans l'hypothèse actuelle, aucune déformation en s'élevant dans (A), et, sous ce rapport, on n'a pas à critiquer Maupertuis, en ce qui concerne toutefois une bulle incompressible.

» La déformation de la bulle n'est donc due qu'à la résistance de (A), résistance que nous considérerons comme assez petite pour qu'on puisse en négliger le carré.

» Posons, en conséquence,

$$r = Om = a(1+u),\quad r' = Om' = a(1+u'),$$
$$\theta = \widehat{mOx},\quad \theta' = \widehat{m'Ox},$$

en désignant par u, u' des quantités qui, de même que $(\theta - \theta')$, sont de l'ordre de la résistance, ou, si l'on veut pour plus de simplicité, de l'ordre

de K. On a, au degré d'approximation convenu,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{a}\left(1 - \frac{d^2u}{d\theta^2} - u\right), \quad \frac{1}{R_1} = \frac{1}{a}\left(1 - u + \operatorname{tang}\theta\frac{du}{d\theta}\right).$$

On obtiendra des expressions semblables pour $\frac{1}{R'}$ et $\frac{1}{R}$, en substituant u' à u, θ' à θ, et même, au degré d'approximation convenu, en faisant $\theta' = \theta$; si donc nous posons

$$(2) \qquad w = u - u',$$

l'équation (1) devient

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \left(\Pi - \rho - \frac{\rho}{g}\frac{dV}{dt}\right)a[(1+u)\sin\theta + (1+u')\sin\theta'] \\ \quad + \frac{\mu}{a}\left(\frac{d^2w}{d\theta^2} - 2\operatorname{tang}\theta\frac{dw}{d\theta} + 2w\right) - \frac{\mu}{a}KV^2\sin^2\theta = 0. \end{array} \right.$$

La résistance éprouvée par la sphère, rapportée au volume, a pour valeur

$$\frac{3}{8}\mu\frac{K}{a^2}V^2\ (^1).$$

» En continuant à négliger les termes du second ordre, l'équation (3) sera satisfaite en posant

$$(4) \qquad \frac{\rho}{g}\frac{dV}{dt} = \pi - \rho - \frac{3}{8}\mu\frac{K}{a^2}V^2,$$

$$(5) \qquad \frac{d^2w}{d\theta^2} - 2\operatorname{tang}\theta\frac{dw}{d\theta} + 2w + KV^2\left(\frac{3}{4}\sin\theta - \sin^2\theta\right) = 0.$$

(1) Soient, en effet, r la distance de m à OI, $d\omega$ un élément de la zone élémentaire de rayon r; la composante de la résistance sur $d\omega$ suivant OI est

$$\frac{\mu K}{a}V^2\sin^3\theta\, d\omega,$$

d'où, pour la zone entière,

$$\frac{\mu K}{a}V^2 2\pi r a\, d\theta \sin^3\theta = \frac{\mu K}{a}2\pi a^2\sin^3\theta\cos\theta . d\theta,$$

et, pour l'hémisphère supérieur,

$$\frac{\mu K}{a}V^2 2\pi a^2\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^3\theta\cos\theta . d\theta = \frac{\mu K}{a}V^2\frac{\pi a^2}{2}.$$

En rapportant cette valeur au volume de la sphère, on trouve

$$\frac{3}{8}\mu K\frac{V^2}{a^2}.$$

» En remarquant que $V\,dt = -dz$, l'équation (4) devient

$$(4') \qquad \frac{\rho}{2g}\frac{dV^2}{dz} - \frac{3}{8}\mu\frac{K}{a^2}V^2 + \pi - p = 0,$$

et fera connaître V en fonction de z, en exprimant que, au point de départ de la bulle correspondant à $z = z_0$, on a $V = 0$. La bulle, tout en se déformant, sera donc animée d'un mouvement de translation vertical qui est le même que si elle restait sphérique.

» On a, pour l'intégrale générale de l'équation (5) et en désignant par A et B deux constantes arbitraires [1],

$$w = B\sin\theta + A\left(-1 + \sin\theta\log\frac{1+\tan\frac{\theta}{2}}{1-\tan\frac{\theta}{2}}\right) + \frac{1}{4}KV^2\sin\theta\log\cos\theta$$
$$+ \frac{KV^2}{4}\sin\theta\left(-\sin\theta + \log\frac{1+\tan\frac{\theta}{2}}{1-\tan\frac{\theta}{2}}\right);$$

mais

$$\log\frac{1+\tan\frac{\theta}{2}}{1-\tan\frac{\theta}{2}} = \log\frac{\left(\sin\frac{\theta}{2}+\cos\frac{\theta}{2}\right)^2}{\cos\theta} = 2\log\left(\sin\frac{\theta}{2}+\cos\frac{\theta}{2}\right) - \log\cos\theta;$$

par suite,

$$(6) \qquad w = B\sin\theta - A + 2\left(A + \frac{KV^2}{4}\right)\sin\theta\log\left(\sin\frac{\theta}{2}+\cos\frac{\theta}{2}\right)$$
$$- A\sin\theta\log\cos\theta - \frac{KV^2}{4}\sin^2\theta.$$

» Pour que w ne devienne pas infini pour $\theta = 90°$, il faut que $A = 0$;

---

(1) Si l'on considère en général l'équation

$$\frac{d^2w}{d\theta^2} - 2\tan\theta\frac{dw}{d\theta} + 2w + F(\theta) = 0,$$

son intégrale est

$$w = B\sin\theta + A\left(-1 + \sin\theta\log\frac{1+\tan\frac{\theta}{2}}{1-\tan\frac{\theta}{2}}\right) - \sin\theta\int\frac{d\theta}{\sin^2\theta\cos\theta}\int F(\theta)\sin\theta\cos\theta\,d\theta.$$

On arrive facilement à ce résultat en posant $w = V\sin\theta$, ce qui conduit à une équation linéaire du premier ordre dont la fonction est $\frac{dV}{d\theta}$.

alors on a simplement

$$w = B\sin\theta + \frac{KV^2}{2}\left[\sin\theta\log\left(\sin\frac{\theta}{2} + \cos\frac{\theta}{2}\right) - \frac{\sin^2\theta}{2}\right];$$

d'où

$$\frac{dw}{d\theta} = B\cos\theta + \frac{KV^2}{2}\left[\cos\theta\log\left(\sin\frac{\theta}{2} + \cos\frac{\theta}{2}\right) + \frac{\sin\theta}{2}\,\frac{\left(\cos\frac{\theta}{2} - \sin\frac{\theta}{2}\right)}{\sin\frac{\theta}{2} + \cos\frac{\theta}{2}} - \sin\theta\cos\theta\right].$$

» Comme OA et OB sont deux normales, il faut que $\frac{du}{dt} = 0$, $\frac{du'}{d\theta} = 0$, par suite $\frac{dw}{d\theta} = 0$ pour $\theta = 0$, $\theta = 90°$, ce qui exige simplement que $B = 0$. Alors on a, en définitive,

$$(7) \qquad w = u - u' = \frac{KV^2}{2}\sin\theta\left[\log\left(\sin\frac{\theta}{2} + \cos\frac{\theta}{2}\right) - \frac{\sin\theta}{2}\right].$$

» Il suit de là que, si θ croît de 0 à 90°, w diminue depuis 0 jusqu'à

$$(8) \qquad -\frac{KV^2}{2}\left(\frac{1}{2} - \log\sqrt{2}\right) = -0,0769\,KV^2.$$

» En prenant a égal au rayon de la sphère équivalente au volume de la bulle, on a, en appliquant l'un des théorèmes de Guldin,

$$\frac{4}{3}\pi a^3 = 2\pi a^3\left[\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left(\frac{1+u}{2}\right)^2 d\theta\,\frac{2}{3}(1+u)\cos\theta + \int_0^{\frac{\pi}{2}}\left(\frac{1+u'}{2}\right)^2 d\theta'\,\frac{2}{3}(1+u')\cos\theta'\right]$$
$$= \frac{2}{3}\pi a^3\left[\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1+3u)\cos\theta\,d\theta + \int_0^{\frac{\pi}{2}}(1+3u')\cos\theta'\,d\theta'\right];$$

d'où

$$(9 \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}}(u+u')\cos\theta\,d\theta = 0.$$

» Au point où nous sommes arrivé, on voit que le problème est encore indéterminé et que l'on peut donner au profil A'B'A toute forme peu différente de la circonférence de rayon a, pourvu que cette forme soit symé-

trique par rapport à OI et qu'elle soit normale à AA'; l'équation de la courbe devra renfermer un coefficient indéterminé dont la valeur se déduira de l'équation (9). Mais les considérations suivantes jetteront peut-être une certaine lumière sur cette dernière partie de la question.

» Les recherches les plus récentes sur la résistance opposée par un liquide à un corps solide en mouvement sont dues à Poncelet; mais elles ne conduisent pas à la loi de la répartition des pressions élémentaires sur la partie postérieure du corps. Il y a tout lieu de croire cependant, d'après l'observation, qui donne une idée de la manière dont se comportent les molécules fluides à l'arrière, que la pression est plus forte aux environs de A', A qu'en B'.

» Dans l'ignorance où nous sommes, à ce sujet, nous admettrons que la pression extérieure sur la partie A'B'A de la bulle est uniforme, ce qui conduit naturellement, par suite, à considérer cette partie comme un hémisphère dont le rayon croîtra avec V.

» En supposant donc u' constant et portant dans la formule (9) la valeur de u déduite de l'équation (7), on trouve

$$2u' = \frac{KV^2}{2}\left[\frac{1}{6} - \frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \log\left(\sin\frac{\theta}{2} + \cos\frac{\theta}{2}\right)\sin 2\theta\, d\theta\right],$$

d'où

$$u' = 0,0250\,KV^2. \tag{10}$$

» Cette quantité étant positive, le profil A'BA sera aplati et, en se reportant à l'expression (7), l'aplatissement en B, par rapport à la sphère de comparaison, sera

$$0,0519\,KV^2. \tag{11}$$

» Cet aplatissement est donc à peu près le double du gonflement (10) à l'équateur. »

CHIMIE. — *Note sur la préparation de l'oxyde de cérium;* par M. **H. Debray.**

« On délaye 500^{gr} de cérite finement pulvérisée dans 500^{gr} d'eau au plus et l'on y ajoute, en agitant rapidement, 375^{gr} d'acide sulfurique concentré. L'opération se fait dans une grande capsule de porcelaine à fond plat. Le mélange s'échauffe, gonfle et se transforme rapidement en sulfates des terres de la cérite et en silice gélatineuse; on évapore jusqu'au moment où des fumées épaisses d'acide sulfurique apparaissent, en remuant con-

stamment la masse pour l'empêcher de s'attacher au fond de la capsule. La matière est alors pulvérulente et la silice est devenue insoluble. Quand elle est bien refroidie, on la projette peu à peu dans de l'eau maintenue à zéro avec de la glace (5^{lit} ou 6^{lit} au moins) : les sulfates un peu acides se dissolvent très bien dans l'eau, si l'on évite l'échauffement qui accompagne leur hydratation. On décante ou mieux on filtre la liqueur, dans laquelle on fait passer un courant d'acide sulfhydrique; quand elle est saturée de ce gaz, on laisse digérer pendant vingt-quatre heures. Il se dépose un mélange complexe de sulfures de cuivre, de bismuth, de molybdène, etc. On chauffe pour bien précipiter ces sulfures et l'on filtre. La solution rose ainsi obtenue est précipitée par l'acide oxalique concentré. Il se forme un abondant dépôt caséeux, qui se réunit d'abord en une masse molle au fond du vase où l'on fait la précipitation, et se transforme rapidement en une poudre cristalline d'oxalates des terres de la cérite. La liqueur très acide retient la chaux et le fer.

» On lave les oxalates par décantation et on les transforme en azotates en les attaquant par l'acide azotique concentré à chaud.

» Jusqu'ici le traitement indiqué ne diffère pas essentiellement de celui qu'on pratique habituellement pour extraire de la cérite le mélange des terres que Mosander y a découvertes. C'est surtout dans le traitement des azotates, pour arriver à la préparation de l'oxyde de cérium, que le procédé se distingue de ceux que l'on a employés jusqu'à ce jour pour séparer l'oxyde cérosocérique des oxydes de didyme et de lanthane.

» On fond le mélange des azotates avec huit ou dix fois son poids d'azotate de potasse, dans une capsule de porcelaine, et, avec un fourneau à gaz, on maintient la masse fondue entre 300° et 350°. L'azotate de cérium se décompose en donnant une poudre jaunâtre d'oxyde de cérium, qui retient un peu d'acide azotique, mais les azotates de didyme et de lanthane, fondus avec le nitre, ne se décomposent pas sensiblement, même à 350°. Un thermomètre à mercure, plongé dans le bain d'azotate, en indique la température. Lorsque le dégagement de vapeurs nitreuses a cessé, ce qui demande plusieurs heures, on arrête l'opération. Après le refroidissement, la masse fondue se détache facilement de la capsule et l'oxyde de cérium se trouve rassemblé à la partie inférieure. On dissout dans l'eau ; il reste une poudre jaunâtre si elle ne contient que des traces de didyme et rougeâtre quand elle en contient plus. Il est bon de la laver avec un peu d'acide azotique faible, qui dissout un peu de sous-azotate de didyme produit en même temps que l'oxyde de cérium quand la capsule est trop chauffée en cer-

tains points, mais cela a peu d'importance; il faut toujours purifier l'oxyde de cérium obtenu dans une première opération.

» On parvient à le débarrasser absolument de didyme, en le transformant en azotate que l'on fond une seconde fois avec huit à dix fois son poids d'azotate de potasse. Pour cela, on attaque l'oxyde de cérium par l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, on reprend par l'eau et, si la liqueur est suffisamment acide, tout se dissout : on réduit le sulfate cérosocérique jaune ainsi obtenu par l'acide sulfureux et l'on précipite le sulfate céreux par l'acide oxalique.

» L'oxalate céreux est facile à transformer en azotate par l'ébullition avec l'acide.

» Ce second traitement donne une poudre jaune qui ne contient plus de didyme, ni de lanthane, car l'azotate de cette terre est encore plus stable que celui du didyme. Si on la transforme en sulfate céreux incolore, le spectroscope n'y décèle pas la moindre trace de ce corps, toujours facile à reconnaître par son spectre d'absorption.

» Les azotates de didyme et de lanthane, restés mélangés à un grand excès d'azotate de potasse, sont évaporés et refondus. Cette fois, on dépasse la température de 350°, la petite quantité d'azotate de cérium qui a échappé à la décomposition dans la première opération se détruit complètement; il se forme même une petite quantité de sous-azotate de didyme. Mais la majeure partie du didyme reste avec le lanthane à l'état d'azotate soluble.

» On a donc ainsi un moyen rapide et sûr d'obtenir l'oxyde ou des sels de cérium exempts de didyme et de lanthane, ou bien le mélange de ces deux oxydes, absolument exempt de cérium.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître quelques faits nouveaux relatifs à l'histoire des oxydes de cérium. »

M. d'Abbadie donne lecture d'un Rapport relatif aux détails d'installation de la Mission qu'il a dirigée, pour l'observation du Passage de Vénus, dans l'île d'Haïti, et aux principaux résultats obtenus.

Ce Rapport sera publié ultérieurement avec ceux des autres Missions.

Après cette lecture, M. le Président s'exprime en ces termes :

« Monsieur d'Abbadie, l'Académie vient de vous écouter avec une attention toute sympathique; c'est qu'elle a éprouvé une grande satisfaction à

vous revoir. Vous lui avez donné des inquiétudes. Au départ, on redoutait pour vous les fatigues d'un long voyage, peut-être l'existence pénible dans l'endroit choisi comme station. Votre retour attendu, on apprenait que la fièvre jaune, sévissant à l'île d'Haïti, vous tenait bloqué sur la montagne. Il n'en fallait pas davantage pour réveiller parmi nous le souvenir de Chappe d'Auteroche, qui, à San Lucar de Californie, après avoir observé le passage de Vénus, le 3 juin 1769, se trouva, quelques semaines plus tard, emporté par une épidémie qui régnait dans la contrée.

» Vous avez montré, Monsieur d'Abbadie, qu'un homme d'étude, jouissant d'une entière indépendance et parvenu à un temps de la vie où, si l'on ne s'abandonne point encore au repos, on recherche du moins les travaux paisibles, peut cependant, pour le seul intérêt d'une question scientifique, aller au loin braver la peine, et même affronter le péril. C'est un bel exemple que vous avez donné.

» Vous voudrez bien, Monsieur d'Abbadie, transmettre à vos collaborateurs les félicitations de l'Académie pour l'assistance qu'ils vous ont prêtée. »

MÉMOIRES LUS.

M. A. de la Baume-Pluvinel donne lecture d'un Rapport relatif aux opérations dont il était spécialement chargé, dans l'observation du passage de Vénus, à l'île d'Haïti.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. N. Tzoanos et S. Kanellis adressent une Note relative à une « nouvelle théorie de la production du choc précordial ».

(Commissaires : MM. H.-Milne Edwards, Marey.)

M. Cornier adresse un Mémoire relatif à un système d'aérostats.

(Renvoi au Concours Pénaud.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats, pour la place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de M. *Liouville*.

(Renvoi aux Sections d'Astronomie, de Géométrie, de Géographie et de Navigation.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Addition aux Communications précédentes sur les fractions continues périodiques* (1). Note de M. **E. de Jonquières**.

« Tandis qu'avec les fractions continues ordinairement usitées la longueur et la composition des périodes sont, en général, sujettes à des variations [soumises d'ailleurs à des lois dont il me reste à faire connaître encore quelques-unes (2)], tout devient, au contraire, régulier et uniforme *dans tous les cas*, si l'on emploie des fractions continues de l'une des espèces

$$x = a + \cfrac{d}{2a + \cfrac{d}{2a + \cfrac{d}{2a + \ldots}}} \quad \text{ou} \quad x = b - \cfrac{e}{2b - \cfrac{e}{2b - \cfrac{e}{2b - \ldots}}},$$

qui admettent un nombre d ou e, autre que l'unité, à leurs numérateurs successifs. En général, celles-ci offrent plusieurs avantages :

» Elles permettent d'établir en quelques lignes cette proposition fameuse, que *la fraction continue, dans laquelle se développe une irrationnelle du second degré, est périodique*, pour la démonstration de laquelle, avec les fractions continues ordinaires, il n'a pas fallu moins que l'intervention du génie de Lagrange.

» Elles s'approchent rapidement des valeurs de ces irrationnelles.

» Douées, quant à leurs *réduites*, des mêmes propriétés principales que les autres, elles n'ont jamais que des périodes composées d'un seul terme

---

(1) Voir les *Comptes rendus*, séances du 26 février et du 12 mars 1883.

(2) L'étude de ces lois curieuses fera l'objet d'une Communication ultérieure, si l'Académie le permet; car je n'en ai indiqué qu'une partie dans celle du 12 mars.

ou de deux termes, selon que $2a$ et d (ou $2b$ et a) sont ou ne sont pas premiers entre eux, et ces termes sont connus *a priori.*

» Si l'on veut obtenir *de proche en proche* leurs réduites successives, on arrive plus vite au but, parce qu'elles sont moins nombreuses pour un même degré d'approximation.

» Si l'on veut obtenir *d'un seul coup* la réduite qui occupe le rang n dans la suite qu'elles forment, la formule de Lagrange

$$(P_n - Q_n\sqrt{A}) = (P_0 - Q_0\sqrt{A})^{n+1}$$

la procure, en y prenant $P_0 = a$, $Q = 1$, c'est-à-dire les deux éléments de la première et de la plus simple de toutes les réduites. De plus, cette formule donne toujours des réduites faisant partie de la même suite, quelle que soit celle qu'on choisit comme réduite initiale $\frac{P_0}{Q_0}$; ce qui n'a pas lieu pour les réduites du système ordinaire.

» Les fractions continues dont il s'agit pouvant s'écrire ainsi :

$$x = a + \cfrac{1}{\left(\frac{2a}{d}\right) + \cfrac{1}{2a + \cfrac{1}{\left(\frac{2a}{d}\right) + \cfrac{1}{2a + \ldots}}}} \qquad \text{et} \qquad x = b - \cfrac{1}{\left(\frac{2b}{e}\right) - \cfrac{1}{2b - \cfrac{1}{\left(\frac{2b}{e}\right) - \cfrac{1}{2b - \ldots}}}},$$

elles donnent, sous cette forme, la clef de plusieurs des résultats que j'ai énoncés dans mes précédentes Communications.

» On y voit, par exemple, immédiatement, que si d divise exactement $2a$, ces fractions continues et leurs périodes binaires sont les mêmes que celles de Lagrange. Ces cas de coïncidence ne sont pas les seuls. En effet :

» Théorème. — *Lorsque le nombre fractionnaire irréductible* $\frac{p}{q} = \frac{2a}{d}$ *a pour dénominateur le nombre* 2, *toutes les réduites, auxquelles donnent lieu les fractions ci-dessus, se présentent aussi dans la suite formée par celles de Lagrange, et elles y occupent des rangs déterminés, entre lesquels se trouvent intercalées des réduites de cette dernière suite, qui ne servent pas pour le calcul des valeurs approchées de* x.

» Par exemple, dans la famille

$$E = \overline{an}^2 + 4n,$$

les périodes sont invariablement de dix termes, connus *a priori,* si n est

impair. Parmi les réduites qui correspondent, respectivement, à ces dix termes, six seulement appartiennent aussi à la suite que fournissent les fractions continues considérées plus haut, et dans le même ordre. Quant aux quatre restantes, elles occupent invariablement dans la période les rangs marqués par les nos 1, 2, 6, 7. Lorsque n est pair dans l'équation E ci-dessus, les réduites qui n'ont pas leurs semblables dans la deuxième suite sont pareillement au nombre de quatre, et les termes d'où elles dérivent occupent, dans la période, les rangs 1, 2, 4, 5.

» Ces réduites, dans le cas dont il s'agit, sont donc en quelque sorte *accessoires*, puisque, d'une part, on atteint le résultat cherché sans qu'elles y prêtent un concours nécessaire, et que, d'autre part, lorsqu'on met leurs termes respectifs P, Q dans la formule de Lagrange précitée, elles ne reproduisent pas celles qui les suivent dans la suite dont elles font partie ([1]). Toutefois, les termes de la période desquels elles dérivent ne s'intercalent pas parmi les autres uniquement pour amener par leur intervention la savante symétrie qu'on y remarque. Leur utilité spéciale et profonde est d'y ménager, entre ces derniers auxquels correspondent les réduites *principales*, la transition nécessaire pour que les deux termes de celles-ci soient, comme les leurs propres, des nombres *toujours* premiers entre eux.

» Tel est, à vrai dire, le côté désavantageux des fractions continues à numérateurs différents de l'unité : infériorité grave, si l'on s'attache au profit général qu'en doit retirer l'*Analyse indéterminée*, mais, au contraire, très minime, si l'on n'a en vue, comme je le suppose ici, que le calcul approché des irrationnelles du second degré. En effet, il ne suffit pas de préparer convenablement les fractions continues de cette espèce en y supprimant, *selon certaines règles*, le plus grand diviseur commun de $2a$ et de d, pour que les réduites y aient, toujours et nécessairement, leurs deux termes premiers entre eux, ainsi que cela a lieu pour les réduites de même provenance quand $2a$ et d n'ont aucun facteur commun. J'en dirai ailleurs la raison.

» Mais, dans la pratique des calculs des irrationnelles, cet inconvénient est grandement atténué par cette circonstance que les facteurs communs à P_i et Q_i, s'il en existe, ne peuvent se rencontrer que parmi ceux de $\frac{d}{f}$, f étant le plus grand diviseur de $2a$ et d. Il est donc aisé de les découvrir. »

([1]) En revanche, elles reproduisent parfois celles qui font partie de la suite fournie par les fractions continues dont il est question dans la présente Communication.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Caractère auquel on peut reconnaître si l'opération indiquée par* $\sqrt[2m+1]{a\sqrt{v} \pm b\sqrt{w}i}$ *ou par* $\sqrt[2m]{a \pm b\sqrt{vw}i}$ *peut être effectuée sous la forme* $\alpha\sqrt{v} \pm \beta\sqrt{w}i$, *m désignant un nombre entier positif, v et w des nombres rationnels positifs, et a et b, α et β des nombres rationnels quelconques; procédé pour effectuer cette opération.* Note de M. G. **Weichold**. (Extrait par l'auteur.)

« En supposant que l'opération en question soit exécutable, on a

$$\sqrt[2m+1]{a\sqrt{v} \pm b\sqrt{w}i} = \alpha\sqrt{v} \pm \beta\sqrt{w}i$$

et

$$\sqrt[2m+1]{a\sqrt{v} \mp b\sqrt{w}i} = \alpha\sqrt{v} \mp \beta\sqrt{w}i,$$

d'où

$$\sqrt[2m+1]{a^2 v + b^2 w} = \alpha^2 v + \beta^2 w;$$

de même

$$\sqrt[2m]{a \pm b\sqrt{vw}i} = \alpha\sqrt{v} \pm \beta\sqrt{w}i$$

et

$$\sqrt[2m]{a \mp b\sqrt{vw}i} = \alpha\sqrt{v} \mp \beta\sqrt{w}i,$$

d'où

$$\sqrt[2m]{a^2 + b^2 vw} = \alpha^2 v + \beta^2 w;$$

par conséquent,

$$a^2 v + b^2 w = (\alpha^2 v + \beta^2 w)^{2m+1} = k^{2m+1}$$

et

$$a^2 + b^2 vw = (\alpha^2 v + \beta^2 w)^{2m} = k'^{2m},$$

où k et k' représentent des nombres rationnels positifs; ce qui montre que, quand l'opération dont il s'agit est exécutable,

$$a^2 v + b^2 w \quad \text{et} \quad a^2 + b^2 vw$$

sont les puissances exactes $(2m+1)^{\text{ième}}$ *et* $2m^{\text{ième}}$ *des nombres rationnels positifs* k *et* k'.

» Pour obtenir la racine cherchée, on n'a qu'à réduire les nombres k et k' par le procédé connu en Algèbre à la forme

$$\begin{aligned}\alpha^2 v + \beta^2 w &= (\alpha\sqrt{v} \pm \beta\sqrt{w}i)(\alpha\sqrt{v} \mp \beta\sqrt{w}i)\\ &= (-\alpha\sqrt{v} \pm \beta\sqrt{w}i)(-\alpha\sqrt{v} \mp \beta\sqrt{w}i),\end{aligned}$$

et à prendre celui des facteurs de k et k' pour la racine cherchée qui vérifie la relation

$$\sqrt[2m+1]{a\sqrt{v} \pm b\sqrt{wi}} = \alpha\sqrt{v} \pm \beta\sqrt{wi},$$

ou

$$\sqrt[2m]{a \pm b\sqrt{vwi}} = \alpha\sqrt{v} \pm \beta\sqrt{wi}\ (^1). \text{ »}$$

SPECTROSCOPIE. — *Sur un spectroscope à fente inclinée.* Note de M. P. GARBE.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 5 mars dernier (²), M. Thollon indique une modification apportée au collimateur du spectroscope qui le rend propre à fonctionner avec une fente oblique sur la direction des arêtes des prismes. A ce propos, je crois devoir rappeler que j'ai présenté à la Société française de Physique, dans sa séance du 2 mars dernier, sous le titre de *spectroscope à fente inclinée,* une disposition qui résout le problème précédent et dont l'organe essentiel est, comme celui du collimateur de M. Thollon, un prisme à réflexion totale, redresseur de la fente.

» Ce prisme est rectangulaire isoscèle; il est placé dans le tube collimateur, de façon que sa base soit parallèle à l'axe du tube et son arête perpendiculaire à ce même axe autour duquel il peut tourner.

» Pour nous rendre compte de la façon dont ce prisme fonctionne, considérons un rayon homogène SI qui tombe sur le prisme en suivant l'axe du tube; il en sort suivant I'R parallèle à SI. Un plan de rayons incidents parallèles à SI donnera à la sortie un plan de rayons parallèles passant par I'R et qui sera l'image du faisceau incident par rapport au plan mené parallèlement à la base du prisme, à égale distance des rayons SI et I'R.

» Si les deux plans sont d'abord confondus et si l'on fait tourner autour de SI le plan incident d'un angle α et le prisme d'un angle $\frac{\alpha}{2}$, le plan émergent sera parallèle à sa direction première, mais sera déplacé latéralement de $\varepsilon \sin\frac{\alpha}{2}$, en appelant ε la distance des rayons SI et I'R.

» Cela posé, je dis que le prisme est réglé, *pour une couleur donnée,* lors-

(¹) Mon Mémoire contient des exemples numériques propres à faire voir l'usage et l'utilité de ce procédé.

(²) *Sur un nouveau collimateur* (*Comptes rendus,* t. XCVI, p. 642).

qu'un rayon homogène de cette couleur, venant de la fente en suivant l'axe du tube, sort du prisme sans déplacement, c'est-à-dire lorsque I'R est confondu avec SI. Dans ces conditions, en effet, $\varepsilon = 0$, et l'image de la fente est fixe en position comme en direction pour toute valeur de α.

» Cette image est rectiligne et sa distance à la fente réelle est égale à deux fois la distance de l'axe du tube à la base du prisme.

» Pour obtenir d'un seul coup ce réglage, j'ai abattu l'angle réfringent par une section parallèle à la base, de telle façon que, une fois centré dans le tube collimateur, le prisme soit réglé pour la raie D. Le calcul montre que la distance de la section à la base est alors exprimée en fonction de la hauteur du prisme par la relation

$$d = h\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2n^2 - 1}}\right),$$

n étant l'indice de la raie D dans le prisme considéré.

» A la vérité, le prisme ne peut se trouver réglé à la fois pour toutes les couleurs, mais la différence des valeurs de ε aux deux extrémités du spectre est tellement faible ($0^{mm},15$ environ dans le prisme que j'emploie) qu'il est inutile de s'en préoccuper, surtout dans les spectroscopes à grande dispersion où les mesures ne se rapportent qu'à des radiations d'indices très peu différents.

» Dans l'appareil dont je me sers, la fente et le prisme redresseur ne sont pas rendus solidaires. Cette disposition, qu'il ne m'a pas été donné de pouvoir réaliser, rend donc l'appareil de M. Thollon plus complet que le mien. Je suis, du reste, comme M. Thollon, d'avis que l'emploi de la fente inclinée peut servir beaucoup à l'étude des protubérances, et c'est à ce point de vue que, dès les premiers jours de cette année, j'ai fait adapter le prisme redresseur au spectroscope à liquides. M. Trépied, directeur de l'Observatoire d'Alger, eut alors l'idée qu'on pouvait utiliser les déplacements angulaires de la fente pour repérer les protubérances sur le disque solaire et, dès cette époque, il calcula, pour la latitude d'Alger, des Tables qui, de 4° en 4° de déclinaison et pour chaque heure du jour, donnent l'angle de position d'un diamètre de l'image réelle du Soleil observée au spectroscope. »

ÉLECTRICITÉ. — *Observation sur les chiffres de consommation de zinc donnés par M.* G. Trouvé, *pour ses piles au bichromate de potasse.* Note de M. E. Reynier.

« La Note que M. G. Trouvé a présentée à l'Académie dans sa dernière séance me paraît offrir une contradiction qu'il importe de signaler.

» Le premier Tableau d'expériences accuse une dépense de zinc de 456^{gr} en cinq heures, pour 12 couples, ou $7^{gr},6$ par heure et par élément. Dans cette expérience, l'intensité du courant électrique aurait été de $12^{amp},6$ au début, pour descendre graduellement jusqu'à $6^{amp},3$: soit, en moyenne, $9^{amp},45$.

» Or, un courant de cette intensité exige *théoriquement* une dépense de zinc d'environ $11^{gr},34$ par heure, dans chaque couple.

» Une différence *en moins* entre la dépense effective et la dépense théorique est toujours inadmissible. Dans l'espèce, la différence *en plus* doit être considérable.

» On est donc en droit de désirer que M. Trouvé reprenne avec soin ses expériences, pour obtenir des chiffres plus vraisemblables. Peut-être, sera-t-il conduit à modifier la conclusion qu'il a cru pouvoir tirer dans la Note précitée. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des glycolates.* Note de M. de Forcrand.

« La Note publiée par M. Tommasi dans le dernier numéro des *Comptes rendus* m'oblige à revendiquer l'originalité de mes expériences sur les glycolates, qui m'ont coûté beaucoup de temps et de peine, et à en rétablir la véritable signification.

» Il n'est pas difficile de prévoir approximativement la chaleur de combinaison d'un acide quelconque avec une base donnée, dans l'état de dissolution : il suffit de s'appuyer sur une loi approchée et bien connue dans la Science, d'après laquelle tous les acides, en s'unissant avec une même base, dégageraient la même quantité de chaleur : il en résulte que la différence des chaleurs de neutralisation pour deux bases ou oxydes donnés est à peu près constante.

» Telle est la loi d'Andrews, qui remonte à 1842 (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. IV, p. 324). Ajoutons à la chaleur de neutralisa-

tion la chaleur d'oxydation du métal, et nous aurons le Tableau des modules de Favre et Silbermann, qui remonte aussi à plus de trente ans. C'est ce Tableau que M. Tommasi reproduit aujourd'hui, sans y apporter ni expériences nouvelles, ni vues théoriques qui lui soient propres, ainsi que l'ont fait observer d'ailleurs M. F. Le Blanc (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 388) et M. Berthelot (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIX, p. 197).

» Les Tableaux de ce genre ont eu leur raison d'être autrefois; ils avaient fourni aux auteurs qui se sont occupés de Thermochimie, et notamment à MM. Andrews, Hess, Graham, Favre et Silbermann, et plus récemment à MM. Thomsen et Berthelot, les éléments de rapprochements utiles que je n'ai pas à rappeler ici. Mais aujourd'hui il s'agit d'étudier les choses de plus près. Au lieu de chercher à effacer les différences réelles qui existent entre les acides, différences qui se traduisent dans une multitude de réactions chimiques, il convient de préciser, au contraire, les données thermiques qui caractérisent ces différences, soit dans l'état dissous, soit et surtout dans l'état solide, lequel fournit, d'après M. Berthelot, un terme plus rigoureux pour les comparaisons.

» Or c'est là ce que j'ai fait pour les glycolates, en en mesurant à la fois la chaleur de dissolution, la chaleur de neutralisation et ses variations avec la concentration, enfin la chaleur de formation des sels hydratés, des sels acides et des sels basiques. J'ai montré ainsi, par l'étude des chaleurs de formation rapportées à l'état solide, l'origine des différences de forces relatives qui existent et que les chimistes ont constatées entre les acides acétique, glycolique et oxalique: tel a été l'objet de ce laborieux travail; qu'il me soit permis d'établir que les résultats n'en étaient nullement prévus et calculables *a priori*. »

THERMOCHIMIE. — *Action du soufre sur les oxydes*. Note MM. E. FILHOL et SENDERENS, présentée par M. Berthelot.

« Dans un travail publié en 1881, nous avons étudié l'action que le soufre exerce sur quelques sels d'argent et de plomb, et nous avons montré que les faits observés s'accordaient avec les lois de la Thermochimie.

» Nos recherches relatives à l'action du soufre sur les oxydes se poursuivent depuis deux ans. Elles nous ont conduits à observer quelques faits intéressants. Nous allons exposer ceux qui ont trait à l'action du soufre

sur la potasse et la soude considérées, soit à l'état solide, soit à l'état de dissolutions plus ou moins étendues.

» On sait que le soufre agissant sur ces bases à une température peu élevée donne lieu à la formation d'un sulfure et d'un hyposulfite, conformément à l'équation

$$3NaO + S^n = 2NaS^{n'} + NaO, S^2O^2.$$

» La quantité de chaleur correspondant au premier système, les corps étant pris à l'état solide, est la suivante :

$$3(Na + O)\text{solide} = 3(67,8 - 17,1) = 152^{Cal},1 \text{(Béketoff)}.$$

» La quantité de chaleur correspondant à la formation du deuxième système, dans le cas où il se formerait un tétrasulfure, est la suivante :

	Cal
2(Na + S) solide..........	88,4
2(Na + S + S³) solide.....	10,2
S²O³ + Na solide.........	125,5
Total.........	224,1

» Si nous considérons les mêmes corps pris à l'état dissous, nous aurons :

Premier système.

3NaO dissous.................. $77^{Cal},6 \times 3 = 232^{Cal},8$

Deuxième système.

	Cal
2(Na + S) dissous..........................	103,2
2(NaS + S³) dissous........................	5,0
Na + O dissous.............................	33,6
NaO + S²O² dissous.........................	13,5
Total......	232,9

» Ainsi, tandis que la différence entre les deux systèmes est de 72^{Cal} en faveur du second quand les corps sont pris à l'état solide, elle est sensiblement nulle lorsqu'ils sont pris à l'état dissous.

» On pouvait présumer, d'après ce qui précède, que la potasse ou la soude, prises à l'état solide, réagiraient sur le soufre même à la température ordinaire, et c'est ce qui a lieu en effet.

» Si l'on broie dans un mortier de porcelaine de la potasse ou de la soude avec un excès de soufre, on obtient au bout de quelques instants un mélange de polysulfure et d'hyposulfite. La même chose a lieu lorsque,

pour éviter l'élévation de température provenant du broiement, on écrase chacun des corps séparément avant de les mélanger.

» Il était permis de prévoir, d'après ce qui précède, que l'action du soufre sur les alcalis à l'état dissous deviendrait de moins en moins facile à mesure que, par suite d'une dilution plus grande, on s'éloignerait davantage de la condition des corps pris à l'état solide. L'expérience montre qu'il en est ainsi.

» Une solution contenant 200^{gr} de soude par litre agit sur le soufre à froid au bout d'un petit nombre d'heures. En vingt-quatre heures, la réaction est complète.

» Si la dose d'alcali est réduite à 40^{gr} par litre, la réaction ne se manifeste à froid qu'au bout de quinze jours. Elle n'est complète qu'après un mois. Elle se produit en un petit nombre d'heures à la température de 100°.

» Une solution contenant 4^{gr} de soude par litre n'agit pas sensiblement sur le soufre à froid, même au bout de plusieurs mois, mais la réaction s'établit encore avec facilité à la température de 100°.

» Enfin, une solution ne contenant que $0^{gr},4$ de soude par litre ne réagit plus sur le soufre, ni à chaud, ni à froid.

» Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître les résultats de nos expériences sur la baryte, la strontiane, la chaux et les oxydes d'argent, de plomb et de mercure. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De l'action de différentes variétés de silice sur l'eau de chaux.* Note de M. **Ed. Landrin.**

« Dans le Mémoire que j'ai présenté à l'Académie, le 15 janvier dernier, j'ai dit que la *silice hydraulique* avait la propriété d'absorber l'eau de chaux et que cette absorption tendait vers un maximum que je me réservais de définir. J'exposerai dans cette Note les observations qui m'ont permis de fixer ce maximum.

» J'ai examiné comparativement quatre variétés de silice : la silice hydraulique, la silice gélatineuse, la silice soluble de Graham et la silice de l'acide hydrofluosilicique. Presque toutes mes expériences ont été conduites comme celles que j'ai décrites dans ma Note sur les pouzzolanes : $0^{gr},03$ de silice étaient immergés dans 100^{cc} d'eau de chaux; cette eau de chaux était titrée avant chaque expérience avec une solution étendue d'a-

cide nitrique contenant $19^{gr},41$ (AzO^5, HO) par litre; le titre, variable suivant la concentration de l'eau de chaux, a oscillé entre 138 et 144 divisions de la burette de Gay-Lussac. Après chaque expérience, on déterminait à nouveau le titre de la solution séparée par filtration de la silice chargée de chaux; la différence de titre permettait de calculer la quantité de chaux absorbée. Voici les résultats obtenus :

» 1° *Silice hydraulique.* — J'ai décrit précédemment le procédé de préparation de cette silice; mes expériences ont été faites sur la silice hydraulique préalablement calcinée. Je rapporterai seulement deux séries de ces expériences, et en en donnant seulement, pour abréger, les points intermédiaires :

Série I.

Durée de l'expérience.	Chaux fixée (Ca O).
j 4	23,9
16	26,8
26	38,2
43	38,1

Série II.

5	17,2
22	31,0
51	33,6
68	37,9

» Les résultats précédents sont rapportés à 30^{gr} ou un équivalent de silice. La série d'expériences n° II a été faite avec de la silice hydraulique préparée très longtemps avant d'être mise en expérience; tout en atteignant le même maximum que la silice de l'expérience n° I, il semble que cette silice a déjà perdu un peu de son activité hydraulique.

» 2° *Silice gélatineuse.* — Cette silice a été préparée en précipitant à froid du silicate de potasse par l'acide chlorhydrique; elle a été lavée industriellement en la mettant à de nombreuses reprises en suspension dans une masse considérable d'eau distillée. Avant d'être mise en expérience, je me suis assuré qu'elle ne contenait plus trace ni d'acide chlorhydrique, ni de chlorure. Cette silice essorée contenait 75,15 pour 100 d'eau; on en a pris $0^{gr},120$, correspondant à $0^{gr},030$ SiO^2. Les flacons contenant l'eau de chaux et la silice ont été secoués vigoureusement, pendant plusieurs jours, sur une tamisoire mécanique, pour bien diviser la silice dans l'eau et favo-

riser l'absorption de la chaux ; après quelque temps, j'ai pu constater que la silice avait changé d'aspect et qu'elle s'était rassemblée en grumeaux très durs.

Série I.

Durée de l'expérience.	Chaux absorbée (CaO).
6	26,0
14	34,5
36	32,7
53	37,9

Série II.

1	22,4
4	22,4
26	27,6
43	36,2

» 3° *Silice soluble de Graham.* — J'ai préparé cette silice soluble, par dialyse, comme l'a indiqué Graham; la solution obtenue était opaline et rougissait le papier de tournesol. Additionnée d'acide nitrique pur, cette solution ne donnait pas le plus faible louche avec le nitrate d'argent; évaporée à sec, la silice obtenue présentait le même caractère négatif. La solution que j'ai ainsi préparée était moins concentrée que celle de Graham et contenait 17^{gr},60 par litre de silice (SiO^2); 1^{gr},7 de cette solution contenait donc exactement 0^{gr},03 de silice pure. C'est sur cette quantité que j'ai agi; tous les résultats ont été concordants et ont donné :

Durée de l'expérience.	Chaux fixée (CaO).
j 1	31,0
2	37,0
5	37,0
12	37,0

» Il est très singulier de constater que le maximum de saturation de la chaux ne s'effectue pas instantanément au contact réciproque de la silice et de la chaux, toutes deux en dissolution. Ces résultats s'exagèrent encore plus lorsqu'on agit sur une plus grande masse de silice soluble : si, en effet, dans l'expérience précédente, on laisse la proportion de chaux constante et si l'on double le poids de la silice en opérant sur 0^{gr},06 de SiO^2, on obtient les résultats suivants :

Durée de l'expérience.	Chaux fixée (CaO).
10^m	2,89
1^j	59,5
4^j	60,3
11^j	62,1
30^j	74,0

» 4° *Silice de l'acide hydrofluosilicique.* — Cette silice absorbe la chaux beaucoup plus lentement que les trois variétés précédentes :

Durée de l'expérience.	Chaux fixée (CaO).
5^j	12,3
22	17,2
51	24,1
68	24,2

» *Conclusions.* — Il résulte de ces expériences que la silice hydraulique, la silice gélatineuse et la silice soluble absorbent plus ou moins rapidement l'eau de chaux, mais que, dans tous les cas, cette absorption varie finalement, pour $1^{éq}$ de silice, entre les limites 36 et 38. La formule $3SiO^2, 4CaO$, qui exigerait pour 30 de silice 37,3 de chaux, exprime donc assez bien la limite vers laquelle tendent ces phénomènes pouzzolaniques. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrate type du sulfate d'alumine neutre.* Note de M. P. MARGUERITE-DELACHARLONNY, présentée par M. Boussingault.

« L'hydrate type du sulfate d'alumine neutre est représenté dans les Traités de Chimie par la formule

$$Al^2O^3, 3SO^3, 18HO.$$

» C'est, dit-on, un sel toujours plus ou moins hygroscopique qui cristallise en paillettes nacrées, de forme indéterminée et difficilement reconnaissable.

» De nos recherches sur le sulfate d'alumine, nous croyons pouvoir conclure qu'il y a là autant d'erreurs que de faits.

» Suivant nous, le véritable hydrate type a pour formule

$$Al^2O^3, 3SO^3, 16HO;$$

non seulement il n'attire pas l'humidité de l'air, mais il a une tendance

marquée à l'efflorescence : on peut, de plus, l'obtenir en cristaux définis, que M. Pisani a reconnus être des prismes orthorhombiques fortement aplatis.

» Au point de vue industriel, ces conclusions ont une certaine importance; on sait quels inconvénients présente un sel hygroscopique; sa composition ne peut jamais être constante : de là des difficultés dans les transactions et dans l'emploi, puisqu'on opère sur des produits de composition variable.

» Quand il sera prouvé que l'hydrate du sulfate d'alumine pur correspond à 16 HO et qu'il doit avoir une certaine tendance à l'efflorescence, ce qu'on reconnaît aisément au toucher, ce caractère seul suffira pour assurer sa composition.

» Comme démonstration des faits que nous avançons, il nous suffira de donner, entre autres, un certain nombre d'analyses de sulfates d'alumine purs, préparés par les méthodes et dans les circonstances les plus diverses, au moyen de la décomposition de l'alun d'ammoniaque par la chaleur, de l'alunite ou des minerais alumineux, en cristallisation régulière ou confuse.

» Nous y ajouterons, comme comparaison et nouvel argument, l'analyse du sulfate naturel rencontré par M. Boussingault, au rio Saldana (Amérique méridionale), analyse que ce maître a bien voulu nous signaler et qui vient corroborer si énergiquement, par l'existence du produit naturel, le résultat de nos recherches de laboratoire.

	Provenant de la décomposition de l'alun d'ammoniaque par la chaleur,		Préparé avec			
	cristaux définis.	cristallisation confuse.	l'alunite de la Tolfa.	les minerais alumineux.	Provenant du Rio Saldana.	Composition de la formule $Al^2O^3,3SO^3,16HO$.
Al^2O^3...	16,70	16,35	16,69	16,66	16,10	16,28
SO^2....	38,10	37,87	37,56	38,33	38,43	38,05
HO.....	45,20	45,78	45,85	45,01	45,47	45,67
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» On voit donc que, sulfate naturel ou sulfate artificiel, dès qu'on opère sur des produits purs, on ne peut arriver à trouver une composition qui approche de la formule admise

$$Al^2O^3, 3SO^3, 18HO;$$

celle-ci demanderait comme composition centésimale :

Al^2O^3	15,32
SO^3	34,03
HO	48,65
	100,00

» L'origine de cette formule tient évidemment à des analyses faites sur des produits impurs, tels que ceux qui nous ont donné celle-ci :

Al^2O^3	14,69
SO^3	36,10
HO	48,60
Fe^2O^3	0,60
	100,00

» Mais, si au premier abord ce produit paraît se rapprocher de la composition demandée par la formule à 18 HO, on voit de suite qu'il contient un excès d'eau, même par rapport à cette formule; il est d'ailleurs humide au toucher. Il renferme une certaine quantité de sulfate ferrique; c'est là un fait général : tout sulfate d'alumine qui contient une petite proportion de ce sel est hygroscopique.

» Au reste, les résultats industriels ont prononcé : on obtient aujourd'hui du sulfate d'alumine à 16 pour 100 d'alumine, sulfate qui ne prend à l'air aucune quantité d'eau, même dans des lieux humides, et qui présente la fixité de composition des sels définis et cristallisés. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la production d'apatites et de wagnérites bromées.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« J'ai montré, dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 875), que la chaux peut donner naissance à des apatites et à des wagnérites bromées, et que celles-ci se forment ou se détruisent précisément dans les mêmes circonstances que les apatites et les wagnérites chlorées. La chaux n'est pas la seule base dont le bromure soit susceptible de s'unir avec le phosphate correspondant et les sels analogues ; toutes celles dont les chlorures ont fourni à MM. H. Sainte-Claire Deville et Caron des apatites ou des wagnérites permettent de préparer des combinaisons bromées du même ordre.

» I. Apatites bromo-phosphorées. — Elles se produisent quand on chauffe un bromure métallique avec une petite quantité de phosphate

d'ammoniaque; il se forme un phosphate qui s'unit au bromure, et le composé ainsi produit, soluble dans le bromure fondu, s'en sépare par refroidissement. Il convient d'opérer la fusion à température aussi basse que possible et de ne pas la prolonger, à cause de la volatilité des bromures; d'autre part, on doit éviter avec soin le contact de l'air, dont l'oxygène déplacerait le brome, comme M. Berthelot l'a établi; la masse saline, très lentement refroidie, puis lavée, abandonne des cristaux de bromophosphate. Quand la base considérée peut donner une wagnérite, on obtient, en agissant comme il vient d'être dit, tantôt cette wagnérite, tantôt l'apatite, plus généralement un mélange des deux, et cela dans les conditions exposées à propos des sels de chaux. Dans ce cas, pour préparer l'apatite pure, il est préférable d'employer comme dissolvant un mélange de bromure métallique et de bromure de sodium; j'ai démontré que, dans un tel milieu, les wagnérites ne peuvent pas exister et, de plus, le mélange doit être fait de telle sorte, que la proportion de bromure alcalin n'y dépasse pas une certaine limite en dehors de laquelle l'apatite serait elle-même décomposée. On a pu obtenir ainsi les combinaisons suivantes :

» *Apatite de baryte* : $BaBr, 3(3BaO, PhO^5)$. — Beaux cristaux blancs et brillants, présentant la forme de prismes hexagonaux réguliers terminés par des pointements pyramidaux à trois ou à six faces. Ils se dissolvent facilement à froid dans les acides étendus.

Apatite de strontiane : $SrBr, 3(3SrO, PhO^5)$. — Petits cristaux transparents, incolores, très brillants et très réfringents; ce sont des prismes à six pans terminés par des pyramides à six faces dont le sommet est tronqué par un plan parallèle à la base.

Apatite de manganèse : $MnBr, 3(3MnO, PhO^5)$. — La fusion du bromure de manganèse ne doit être maintenue que fort peu de temps, à cause de la facilité avec laquelle il se décompose. Le culot fondu et refroidi présente, à sa surface, une couche noire d'oxyde; on la sépare avec soin et la portion qui reste laisse après lavage de grandes aiguilles cannelées, constituées par de longs prismes transparents accolés en faisceaux. Ces cristaux sont toujours faiblement colorés en brun, grâce à l'oxydation, que l'on ne peut éviter, d'une petite quantité de protoxyde de manganèse.

» *Apatite de plomb* : $PbBr, 3(3PbO, PhO^5)$. — La faible solubilité du bromure de plomb dans l'eau empêche d'opérer avec lui comme avec les autres; mais on réussit en fondant un mélange à proportions convenables de bromure et de phosphate de plomb, avec un excès de bromure de sodium. On obtient, après lavage, une poudre cristalline blanc jaunâtre for-

mée de lamelles hexagonales transparentes ou de petits cristaux prismatiques et courts. Ils se dissolvent sans difficulté, comme tous ceux qui précèdent, dans l'acide nitrique étendu.

» II. APATITES BROMO-ARSÉNIÉES. — Il suffit, pour les obtenir, de remplacer, dans les opérations qui viennent d'être décrites, le phosphate par de l'arséniate d'ammoniaque, en procédant, d'ailleurs, tout à fait de la même façon.

» *Apatite de baryte* ; BaBr, 3(3BaO, AsO^5). — Longues aiguilles transparentes et fines, généralement terminées par un pointement dont une des faces est très développée.

» *Apatite de strontiane* : SrBr, 3(3SrO, AsO^5). — Beaux prismes incolores, transparents, réfringents et très brillants; ils sont, comme le composé phosphoré, terminés par des pointements à six faces portant au sommet une troncature à la base.

» *Apatite de manganèse* : MnBr, 3(3MnO, AsO^5). — Beaux cristaux brun rosé, volumineux, obtenus dans un mélange de bromures de manganèse et de sodium; ce sont des prismes cannelés, formés de longues aiguilles réunies en faisceaux.

» *Apatite de plomb* : PbBr, 3(3PbO, AsO^5). — On l'obtient en chauffant dans un excès de bromure de sodium un mélange à proportions déterminées de bromure et d'arséniate de plomb. C'est une poudre cristalline blanc jaunâtre, formée de petits prismes et de lames transparentes, souvent groupés en feuilles de fougère.

» III. APATITES BROMO-VANADIÉES. — Elles prennent naissance quand on fait agir une petite quantité d'acide vanadique sur un bromure en fusion, en ayant soin d'éviter l'accès des gaz réducteurs; ceux-ci donneraient en effet des oxydes inférieurs du vanadium, qu'on ne saurait séparer des cristaux d'apatite.

» *Apatite de baryte* : BaBr, 3(3BaO, VO^5). — Lames hexagonales transparentes, d'un blanc gris, se formant dans un mélange de bromures de baryum et de sodium. Au contact de l'acide nitrique étendu, elles se colorent en rouge, comme font aussi les suivantes, puis se dissolvent sans difficulté.

» *Apatite de strontiane* : SrBr, 3(3SrO, VO^5). — Lames hexagonales et petits prismes transparents blanc grisâtre; les cristaux les plus nets se rassemblent à la surface du culot de bromure pendant le refroidissement.

» *Apatite de plomb* : PbBr, 3(3PbO, VO^5). — Elle s'obtient en chauffant un mélange d'acide vanadique et de bromure de plomb avec un grand excès de bromure de sodium. La masse lavée, après refroidissement, laisse des

paillettes hexagonales brillantes, jaune d'or, transparentes et souvent groupées en sortes de feuilles de fougère. Comme les précédents, ces cristaux se colorent en rouge au contact de l'acide nitrique étendu, puis ils s'y dissolvent entièrement.

» IV. WAGNÉRITES BROMÉES. — *Wagnérite bromo-arséniée de manganèse :* $MnBr, 3(3MnO, AsO^5)$. — Quand on chauffe un mélange d'arséniate d'ammoniaque et de bromure de manganèse, on obtient de beaux cristaux semblables à ceux d'apatite, mais qui renferment plus de brome et qui sont des mélanges à proportions variables d'apatite et de wagnérite; pour avoir cette dernière seule, il faut opérer en présence d'un très grand excès de bromure en fusion, et les choses se passent alors comme dans le cas de la chaux. Les cristaux sont des prismes cannelés formés par l'accolement de longues aiguilles transparentes, toujours colorées en brun rose et facilement solubles dans l'acide nitrique étendu. Le phosphate d'ammoniaque se comporte comme l'arséniate.

» Avec le bromure de magnésium on obtient aussi des cristaux solubles dans les acides étendus et qui paraissent avoir la composition des wagnérites; mais on ne peut chauffer ce bromure et surtout le fondre, même en présence d'acide bromhydrique, sans en décomposer la majeure partie; d'autre part, il n'est pas possible de mélanger le bromure de magnésium à un bromure alcalin, puisque dans un tel mélange la wagnérite ne saurait se former; aussi les cristaux de bromophosphate ou de bromo-arséniate de magnésie sont mêlés à une telle quantité de magnésie cristallisée, que leur composition demeure très incertaine.

» On voit, en résumé, que les apatites et les wagnérites constituent une nombreuse série de composés, tels qu'à chaque terme de la série contenant du chlore en correspond un autre, dont la composition et les propriétés générales sont les mêmes, mais qui renferme du brome. Il reste à établir que l'iode, à son tour, peut former des combinaisons toutes semblables; ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, le sujet d'une nouvelle Communication. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Recherches sur les phosphates cristallisés.* Note de MM. **HAUTEFEUILLE** et **MARGOTTET**, présentée par M. Debray.

« Les sels en fusion ignée forment une classe particulière de dissolvants encore peu étudiée; nous en avons fait connaître l'usage, dans des Com-

munications antérieures, pour reproduire le quartz, la tridymite et quelques silicates naturels.

» Aujourd'hui nous indiquerons le parti qu'on en peut tirer pour la cristallisation des phosphates.

» Les dissolvants que nous avons employés pour l'étude de ces composés sont : l'acide métaphosphorique, le phosphate tribasique d'argent et les mélanges en proportions variables de ces deux corps. Les phosphates cristallisent dans ces dissolvants par voie de réaction chimique, attendu qu'ils s'y dissocient avec la plus grande facilité.

» Comme le degré d'acidité du mélange fondu peut être gradué à volonté, il est possible, tout en l'atténuant par degrés insensibles, de lui conserver une fusibilité plus grande que celle des phosphates à préparer. Aussi les équilibres qu'on peut obtenir sont-ils nombreux pour une même base.

» Étudions en premier lieu les phosphates qu'on obtient par l'emploi de l'acide métaphosphorique en fusion.

» Les sesquioxydes de fer, de chrome et d'urane, ainsi que les phosphates obtenus, en précipitant les sels de ces bases par le phosphate de soude, sont rapidement attaqués par l'acide métaphosphorique en fusion et transformés en phosphates, qui contiennent trois équivalents d'acide pour un équivalent de sesquioxyde; ces phosphates sont bien nettement cristallisés, ils sont insolubles dans l'eau et dans les acides, de sorte qu'il est facile de les isoler du dissolvant par l'action de l'eau bouillante. La cristallisation est tellement rapide qu'il suffit du contact de l'acide métaphosphorique avec l'oxyde ou le phosphate amorphe pour obtenir un nouveau phosphate avec une forme cristalline bien nette et une composition constante.

» Pour les cristaux destinés à l'analyse, on doit employer de préférence les phosphates amorphes obtenus par précipitation; c'est en les mélangeant bien intimement, avec environ quatre fois leur poids d'acide métaphosphorique en fusion, que les cristaux acquièrent leur développement le plus complet.

» Le phosphate d'alumine s'obtient également en traitant l'alumine par l'acide métaphosphorique fondu; sa composition correspond à celle des autres phosphates de sesquioxyde, mais il cristallise mal dans les conditions que nous venons d'indiquer, parce que les cristaux se ramollissent à la température nécessaire pour maintenir l'acide métaphosphorique en fusion. Nous sommes parvenus à déterminer sa cristallisation en ajoutant à l'acide métaphosphorique une petite quantité de phosphate tribasique d'argent;

un tel mélange est beaucoup plus fusible que l'acide métaphosphorique seul.

» *Phosphate d'alumine.* — Les cristaux de phosphate d'alumine sont incolores et transparents; leur forme dominante est une combinaison du cube avec l'octaèdre ou avec un trioctaèdre; les arêtes sont souvent un peu courbes et l'ensemble de toutes les faces fournit un polyèdre sphérique; ils sont sans action sensible sur la lumière polarisée.

» *Phosphate de sesquioxyde de fer.* — Les cristaux de phosphate de sesquioxyde de fer sont transparents, d'un jaune vert très pâle; ce sont de longs prismes orthorhombiques terminés à leurs extrémités par un pointement à quatre faces.

» Ils se montrent très colorés au microscope entre les nicols croisés, même sous une faible épaisseur. Il est facile de s'assurer qu'ils possèdent les propriétés optiques des cristaux orthorhombiques.

» *Phosphate de sesquioxyde de chrome.* — Ce sel s'obtient en cristaux nettement orthorhombiques, ordinairement maclés, qui laissent passer une lumière d'un vert jaunâtre.

» *Phosphate d'urane.* — Nous avons obtenu ce phosphate en beaux cristaux d'un vert émeraude, en tables rectangulaires dérivant d'un prisme orthorhombique. L'examen dans la lumière polarisée décèle dans tous les cristaux un peu épais l'existence d'éléments maclés formant des bandes rectilignes, obliques par rapport au contour rectangulaire.

» La composition de ces phosphates répond à la formule générale

$$M^2O^3, 3PhO^5.$$

Ce sont donc des métaphosphates.

» On vient de voir que les cristaux de phosphate d'alumine ont une apparence cubique et sont sans action sur la lumière polarisée; ceux des trois autres composés sont orthorhombiques et dépolarisent énergiquement la lumière polarisée. Si l'on se bornait à l'étude de ces quatre types, on serait conduit à douter de leur isomorphisme. Mais, en préparant le métaphosphate d'alumine en présence de quantités variables de phosphates de sesquioxyde de chrome, de fer et d'urane, nous avons constaté que l'alumine et les autres sesquioxydes se remplacent en toutes proportions.

» Les cristaux des phosphates doubles ainsi obtenus ont pour forme dominante un prisme portant des facettes hémiédriques conduisant à un tétraèdre. Si l'alumine est en très grand excès vis-à-vis des autres sesquioxydes, les cristaux agissent sur la lumière polarisée, bien que la forme

dominante de ces cristaux soit le tétraèdre. Mais, si les phosphates doubles ne renferment que de faibles quantités d'alumine, les facettes hémiédriques disparaissent, et les cristaux présentent les macles souvent observées sur les substances dont la forme cristalline est un prisme orthorhombique voisin de 90°.

» La présence des phosphates de sesquioxyde de chrome, d'urane et de fer, même en très petite quantité, modifie donc les propriétés optiques du métaphosphate d'alumine, quoique les cristaux du phosphate double conservent la régularité apparente du système cubique.

» Nous sommes en présence d'un cas d'isomorphisme analogue à celui que présentent la leucite naturelle purement alumineuse et la leucite artificielle contenant du fer. L'une et l'autre ont des formes identiques, sinon très voisines; la première est sans action sensible sur la lumière polarisée, tandis que la seconde est fortement biréfringente. Le même fait s'observe dans nos métaphosphates, car le prisme orthorhombique des métaphosphates colorés diffère peu du cube, et les cristaux de métaphosphate d'alumine rappellent ceux des substances pseudo-cubiques.

» Indépendamment des métaphosphates que nous venons de décrire, nous avons encore obtenu, en très beaux cristaux, les métaphosphates de nickel, de cobalt et ceux de beaucoup d'autres bases, notamment ceux des bases alcalines qui jouissent de la propriété d'être insolubles dans l'eau, ainsi que l'avait déjà constaté Maddrell qui les avait obtenus à l'état amorphe [1]. Nous ne nous arrêterons pas à les décrire ici; les exemples que nous avons rapportés ci-dessus suffisent pour démontrer que l'on peut obtenir par cette méthode tous les métaphosphates à l'état cristallisé.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons le parti que l'on peut tirer des mélanges de phosphate d'argent et d'acide métaphosphorique pour la cristallisation des autres classes de phosphates. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur divers effets produits par l'air sur la levure de bière*. Note de M. **D. Cochin**, présentée par M. Pasteur.

« La membrane enveloppante des cellules de la levure de bière se laisse pénétrer par la solution de glucose; et c'est seulement quelque temps après que cette endosmose a eu lieu, que la fermentation commence.

» Les effets de cette endosmose varient avec l'état de la levure. Tantôt

(1) *Philosophical Magazine*, 3e série, t. XXX, p. 322.

(levure aérée) le liquide sucré pénètre simplement dans la levure, sans que la proportion du sucre resté en dehors des cellules dans le mélange diminue; les choses se passent comme si, au lieu d'ajouter de la levure, on avait ajouté un volume d'eau à peu près égal; la solution est comme diluée. Tantôt (levure privée d'air) le liquide sucré où baignent les cellules est considérablement appauvri, parce que le sucre est absorbé en grande quantité par la levure. Dans ce dernier cas, il est possible de faire rendre par la levure le sucre qu'elle a absorbé. Je vais donner les preuves expérimentales de ces propositions.

I. — Levure aérée.

» *Expérience A.* — 100^{gr} de levure sont délayés dans 200^{cc} d'eau; le mélange est aéré par transvasements successifs, puis jeté en couche très mince sur une grande cuvette de porcelaine. Au bout de deux heures, on y verse 50^{cc} d'eau sucrée, contenant du glucose à 10 pour 100; un quart d'heure après, on jette le mélange sur un filtre et l'on dose le sucre dans le liquide filtré.

» Délayant une autre portion de la même levure dans l'eau, j'ai constaté que sa densité était, à très peu près, celle de l'eau; 100^{gr} de levure délayés dans 200^{cc} d'eau font 300^{cc}.

» Ceci posé, je verse 50^{cc} de l'eau sucrée déjà employée dans 300^{cc} d'eau pure, et je fais un second dosage. Les deux dosages donnent le même chiffre : 1,4 pour 100 de glucose.

» Donc il y a eu dilution du liquide sucré dans la levure, comme dans l'eau.

II. — Levure privée d'air.

» Pour priver d'air la levure, je l'ai délayée dans de l'eau bouillie et versée dans des vases à goulot étroit : sur le mélange, je déposais une couche d'huile assez épaisse.

» J'ai laissé la levure ainsi préparée à l'étuve à 20°, pendant des temps qui ont varié de deux heures à quelques jours. Je versais ensuite dans le vase un moût sucré, privé d'air par ébullition.

» Au bout de huit jours, la levure est encore perméable au sucre; mais la fermentation commence à peine. La levure est asphyxiée. Au microscope on voit les cellules serrées les unes contre les autres, au point de prendre des formes polygonales. Elles ont de larges vacuoles; la levure n'a point mauvaise odeur, mais elle est en voie d'altération, car on y aperçoit des vibrions mobiles.

» Au bout de deux heures, l'absorption du sucre commence; mais c'est au bout de vingt-quatre heures que le phénomène se manifeste le plus nettement. Dans ces conditions, et au bout de cet intervalle de temps, la levure n'éprouve encore aucune altération.

» *Expérience B.* — Je laisse pendant vingt-quatre heures à 20° de grandes fioles à goulot étroit contenant 100gr de levure et 200gr d'eau bouillie. Une couche d'huile surnage. Après vingt-quatre heures d'attente, on agite le dépôt de levure avec une baguette de verre, et l'on verse une solution de glucose à 20 pour 100.

» On a ainsi 350cc d'eau et levure et 10gr de sucre. Pour comparaison, on avait une solution de 350cc d'eau contenant 10gr de sucre (2,8 pour 100) et qui, dosée par 100cc de liqueur de Fehling, exigeait pour la réduction 2cc,9 du mélange sucré. Au bout d'un quart d'heure, à l'apparition des premières bulles de gaz, une portion du mélange est rapidement filtrée : le dosage donne 5cc,7. Le sucre a diminué de *moitié*. 100gr de levure ont absorbé 5gr de sucre. Le liquide n'est plus sucré qu'à 1,4 pour 100.

III. — Restitution du sucre.

» *Suite de la même expérience.* — En même temps, 40cc du mélange ont été soumis à l'ébullition et filtrés. Ici se présentait une difficulté. Après les traitements que je viens de décrire, le filtrage paraissait impossible. En ajoutant au mélange environ son volume d'alcool, on fait précipiter les débris de levure bouillie, et l'on obtient un filtrage rapide et un liquide limpide. On chasse ensuite par ébullition le volume d'alcool qu'on avait ajouté.

» La levure étant éliminée, et ayant restitué le glucose, je devais trouver 10gr de sucre dans 250cc de liquide, c'est-à-dire que le liquide devait être sucré à 4 pour 100. Le dosage me donne 2cc,5 pour 10cc de liqueur de Fehling : soit 3,3 pour 100, au lieu de 4.

» On voit qu'une faible partie du sucre a été transformée en alcool. Le reste, qui avait été absorbé dans les cellules, a été restitué, et le même liquide, qui ne contenait plus que 1,4 pour 100 de sucre, contient 3,3 pour 100.

» Ces expériences font voir que c'est dans l'intérieur de la cellulle que s'opère la transformation du sucre. La privation d'air rend les cellules propres à absorber le sucre en le fixant dans leur intérieur. Serait-ce pour cela que les cellules privées d'air font fermenter un poids de sucre considérable, en comparaison du poids de la levure formée?

» Mais, si l'air ne vient pas les ranimer, les cellules, remplies de sucre, cessent de le transformer, et la fermentation s'arrête.

IV. — Effet de l'air sur le pouvoir ferment.

» On a vu que, suivant qu'elle avait subi ou non l'action de l'air, la levure se comportait très différemment vis-à-vis du sucre, au point de vue mécanique; au point de vue chimique, la différence est aussi très grande. On sait que la levure douée d'un pouvoir ferment normal doit donner, en alcool, environ 50 pour 100 du glucose décomposé. La levure aérée donne beaucoup moins. Elle brûle une partie du sucre sans produire d'alcool.

» *Expérience C.* — De la levure haute (15 à 20^{gr}) est délayée dans de l'eau; on la laisse :

» 1° A 40° pendant vingt-quatre heures en grande épaisseur et sous une couche d'huile;

» 2° A 30° pendant vingt-quatre heures en grande épaisseur et sous une couche d'huile;

» 3° A 40° pendant vingt-quatre heures en large surface exposée à l'air;

» 4° A 30° pendant vingt-quatre heures en large surface exposée à l'air;

» 5° A 20° pendant vingt-quatre heures en large surface exposée à l'air;

» 6° A 20° pendant quinze jours, en large surface à l'air. L'eau s'est évaporée et la levure est restée à sec.

» En présence de chacune de ces levures on met 20^{gr} de sucre de canne. Après les fermentations achevées, on dose l'alcool et l'on trouve :

» N°s 1 et 2. — L'alcool est égal à 45 ou 50 pour 100 du poids du sucre. A l'abri de l'air, le pouvoir ferment n'a pas été sensiblement altéré.

» N°s 3 et 4. — De 33 à 36 pour 100.

» N° 5. — 21 pour 100 : on voit que l'effet de la chaleur ne paraît pas s'ajouter à l'effet de l'air. C'est dans les conditions de la vie normale de la levure que le phénomène d'atténuation paraît le plus sensible.

» N° 6. — A peu près et au plus 4 pour 100.

» On arrivera probablement, au cours de ces expériences, qui seront reprises, à obtenir une levure qui, dépourvue du pouvoir d'absorber le sucre par endosmose, sera également dépourvue du pouvoir de le transformer en alcool. Les levures traitées par dessiccation, comme ci-dessus, quand on les ensemence dans un moût sucré, se développent péniblement, brûlant lentement le sucre, donnant à peine quelques traces d'alcool. La culture ressemble à celle qu'on obtient dans l'eau de levure non sucrée, ou en présence du sucre de lait.

» Oserons-nous dire que l'action de l'air *atténue* les ferments comme elle atténue les virus? Cela paraît d'autant plus probable que les dernières levures dont je parle gardent leur atténuation pendant quelques générations successives. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Dosage des matières extractives et du pouvoir réducteur de l'urine.* Note de MM. **Etard** et **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Quoique l'urée ne représente que 75 pour 100 des matériaux organiques de l'urine, presque tous les dosages faits dans la pratique médicale ne sont que des dosages de l'urée. Il serait cependant important de ne pas négliger le dosage des autres substances; car, dans certaines circon-

stances pathologiques, le rapport de l'urée aux matières extractives peut être tout à fait différent de ce qu'il est à l'état normal.

» Nous avons imaginé un procédé qui permet, dans une certaine mesure, de combler cette lacune. Ce procédé repose sur la comparaison de l'action du brome sur l'urine, en solution acide et en solution alcaline.

» En solution acide, le brome n'attaque ni l'urée, ni la créatine, ni la créatinine, ni l'acide hippurique, ni la xanthine : il attaque l'acide urique et les matières dites extractives.

» En solution alcaline, le brome agit sur toutes les substances précitées. En général, on se borne à doser le volume de l'azote qui se dégage dans cette réaction. Mais les matières azotées, autres que l'urée, ou ne donnent pas d'azote, ou en fournissent des quantités insignifiantes : par conséquent, le volume de gaz obtenu ne peut exprimer rien de précis sur la quantité totale des matières organiques, tandis qu'on obtient un meilleur résultat en évaluant le pouvoir réducteur de ces matières vis-à-vis d'une solution donnée d'hypobromite alcalin.

» Sans entrer ici dans les détails de la méthode analytique [1], nous dosons l'hypobromite par le chlorure stanneux acide, en employant la coloration de l'iode comme indice. Supposons qu'on fasse réagir une quantité connue d'hypobromite sur l'urine; comme on peut, à l'aide d'une liqueur stanneuse titrée, apprécier la quantité d'hypobromite excédant, la différence indiquera le pouvoir réducteur de l'urine vis-à-vis de l'hypobromite.

» Ce pouvoir réducteur est dû, en grande partie, à l'urée. Or l'expérience nous a montré qu'une solution titrée d'urée pure est complètement détruite par l'hypobromite, et qu'on trouve, par cette méthode, le chiffre théorique qui correspond à l'équation bien connue de la décomposition de l'urée. Rappelons que, par la mensuration du gaz azote qui se dégage, on ne trouve jamais plus de 95 pour 100 du chiffre théorique [2].

» Les substances autres que l'urée, comme l'acide urique (qui ne donne que 40 pour 100 de l'azote théorique), comme la créatine (qui ne donne que 60 pour 100 de l'azote théorique) et les matières extractives qui ne

---

(1) Cette méthode est rigoureuse, et son application n'offre aucune difficulté. Nous publierons prochainement les indications techniques nécessaires à ceux qui voudraient répéter nos expériences. Il nous paraît qu'elles seraient intéressantes à suivre sur des individus atteints de maladies aiguës ou chroniques.

(2) Voici le résultat de nos six derniers dosages, évalués en centièmes : 100,4; 100; 99,1; 97,5; 97,5; 100,4.

dégagent pas d'azote, sont attaquées par l'hypobromite. Aussi trouve-t-on une différence très notable, et qui est toujours dans le même sens, entre le dosage par les appareils à gaz et le dosage par le titrage de l'hypobromite.

» Pour faciliter la comparaison, nous exprimons en grammes d'urée, par litre d'urine, la quantité d'hypobromite réduite, dans les diverses urines examinées par nous à cet effet :

Méthode du titrage de l'hypobromite réduit...........	6,2	4,2	7,4	14,4	14,5	17	23,3	16,0	23,0	31	24	23	25	31	34	34	36,5
Méthode du dosage de l'azote dégagé..................	2,5	2,5	3,8	13,0	13,0	14	14,0	15,5	19,5	20	22	22	22	27	27	32	33,0
Différences......	3,7	1,7	3,6	1,4	1,5	3	9,3	0,5	3,5	11	2	1	3	4	7	2	3,5

» Ces chiffres montrent que le dosage par la mensuration du gaz dégagé, s'il peut s'appliquer à l'urée pure, est insuffisant quand il s'agit de doser l'urée et les matières extractives. Est-il utile de rappeler que, pour connaître l'équivalent de la désassimilation et de la nutrition, dans l'état de santé ou de maladie, ce qui importe, c'est le chiffre qui exprime la totalité du déchet organique et non l'urée seulement ?

» D'ailleurs, par l'emploi du brome en solution acide, on obtient un autre chiffre qui exprime le pouvoir réducteur de l'urine. Le titrage de l'eau bromée se fait comme le titrage de l'hypobromite, et avec la même liqueur d'étain; les résultats en sont tout aussi précis.

» Le brome en solution acide attaque l'acide urique dans les proportions exigées pour sa transformation en alloxane et urée; mais, en supposant que l'urine contienne 1^{gr} d'acide urique par litre, ce corps ne prend que la dixième partie environ du brome qui est absorbé par 1^{lit} d'urine. Ce sont les matières extractives qui absorbent ainsi les neuf dixièmes du brome mêlé à l'urine.

» Nous avons fait de très nombreux dosages pour évaluer ce pouvoir réducteur de l'urine. Si on le représente par le poids d'oxygène absorbé par 1^{lit} d'urine, d'après la réaction $Br^2 + H^2O = (HBr)^2 + O$, on voit que 1^{lit} d'urine absorbe en poids d'oxygène de $0^{gr},2$ à 2^{gr}, dans les conditions normales, suivant les différences de concentration.

» De nos analyses se dégage ce fait que, chez les différents individus, le rapport entre le pouvoir réducteur de l'urine vis-à-vis de l'hypobromite et vis-à-vis de l'eau bromée varie beaucoup, mais qu'il n'oscille que dans de très étroites limites, même à de longs intervalles de temps, chez le même

individu. En tous cas, on ne saurait jamais prévoir, par la richesse d'une urine en urée, l'intensité de son pouvoir réducteur.

» Il y a, dans cette double analyse, un élément nouveau qui, appliqué à la clinique médicale, pourra servir à l'étude de la désassimilation organique dans les différentes maladies. Par l'hypobromite, on dosera l'urée et les matières organiques; par le brome, on dosera l'acide urique et les matières extractives avides d'oxygène. »

PHYSIOLOGIE. — *La perception des couleurs et la perception des formes.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« En poursuivant l'analyse des sensations visuelles considérées à leur plus faible degré d'intensité, j'ai découvert plusieurs faits qui sont de nature à jeter un certain jour sur la théorie physiologique de la perception des couleurs.

» Je rappelle, ainsi que cela a été établi dans une Note précédente (17 juillet 1882), que la clarté nécessaire et suffisante pour distinguer les uns des autres, dans une obscurité absolue, plusieurs points lumineux, ne dépend pas de leur nombre ni de leur écartement (dans les limites d'étendue de la *fovea centralis*). J'ai reconnu depuis que la loi est la même quand ces points, au lieu d'être éclairés par une lumière blanchâtre plus ou moins complexe, reçoivent des rayons d'une seule couleur. Dans ce dernier cas, on sait que l'on perçoit la couleur avant de distinguer nettement les uns des autres les différents points de l'objet (Note du 27 décembre 1880), ou, d'une façon plus précise, la perception de la couleur se produit à une clarté moindre que la perception de la forme.

» Or, la quantité de lumière nécessaire pour percevoir la couleur de ces points varie-t-elle avec le nombre de ceux-ci? Des expériences récentes m'ont prouvé qu'il n'en était rien, et que des points colorés de même diamètre, quels que fussent leur nombre et leur écartement, avaient besoin de la même clarté minimum pour que l'œil pût reconnaître leur couleur (dans l'obscurité).

» Ce fait confirme la distinction capitale que d'autres expériences m'avaient permis d'établir entre la perception des couleurs et la sensation lumineuse brute que toute couleur est capable de produire ([1]). En effet, cette sensation lumineuse brute nécessite une clarté d'autant plus grande

([1]) *Comptes rendus*, séances des 18 février, 20 et 27 mai 1878.

qu'on présente à l'œil un plus petit nombre de points lumineux. Par exemple, s'il se forme sur la *fovea centralis* quatre points colorés, au lieu d'un seul (de même diamètre), il suffira d'une clarté quatre fois plus faible pour produire une sensation lumineuse incolore, tandis qu'il en faudra tout autant dans un cas que dans l'autre pour permettre la distinction de la couleur propre de ces objets.

» Il existe au contraire une relation intime entre la perception de la couleur et la distinction des points lumineux. En effet, prenons un objet composé de plusieurs points de même diamètre, objet que nous pourrons éclairer avec des couleurs de différente nature et de différente provenance; nous déterminerons d'une part l'éclairement nécessaire et suffisant pour faire reconnaître la couleur de cet objet, et d'autre part la plus faible clarté qui puisse faire distinguer nettement ses points les uns des autres. La comparaison de ces deux quantités nous donnera de précieux renseignements sur le mode d'action des divers rayons du spectre.

» Or, l'expérience a été faite et avec des verres colorés et avec des rayons spectraux d'origine solaire; voici ce qu'elle m'a appris : *quelle que soit la couleur pure employée, il existe pour un même objet un rapport constant entre la quantité de lumière correspondant à la perception de cette couleur et la quantité de lumière correspondant à la distinction nette des points lumineux.* En d'autres termes, pour reconnaître la couleur d'un objet multiple et recevant des rayons monochromatiques quelconques, il faut toujours une même fraction de la quantité de lumière employée pour distinguer ses différents points les uns des autres. Cette fraction est sensiblement égale à un tiers pour des points de $\frac{4}{10}$ à $\frac{7}{10}$ de millimètre de diamètre, placés à une distance de $0^{m},20$ de l'œil.

» Il est donc probable que la notion de couleur dépend de l'excitation des mêmes éléments que ceux qui servent à la perception des formes. Quant à la sensibilité lumineuse, elle se comporte d'une façon bien différente, et spéciale pour chacune des couleurs du spectre.

» Si l'on détermine, pour un même objet et pour un même état d'adaptation de la rétine, quel est le rapport existant entre la quantité de lumière qui correspond à la perception de la clarté et celle qui correspond à la distinction des points de l'objet, on voit que ce rapport va en diminuant depuis le rouge jusqu'à la partie la plus réfrangible du spectre lumineux. En d'autres termes, il y a un intervalle d'autant plus grand entre la sensation lumineuse brute et la distinction des points d'un objet, que l'on opère avec des rayons plus rapprochés du bleu et du violet.

» Cet intervalle, assez faible pour le rouge, augmente légèrement jusqu'au jaune vert; il devient considérable pour le vert et augmente très rapidement jusqu'au bleu; je n'ai pu le déterminer d'une façon précise pour le violet extrême du spectre.

» On conçoit que cet intervalle entre la sensation de clarté et la perception de la forme des objets est d'autant plus marqué que l'objet se compose d'un plus grand nombre de petits points lumineux, puisque ce nombre favorise la sensation de clarté sans influer sur la distinction des points eux-mêmes.

» Il y a donc, à n'en pas douter, deux actions bien distinctes des rayons lumineux sur l'appareil visuel : l'une qui donne naissance à la perception rudimentaire de clarté, à peu près également répandue sur tous les points de la rétine, comme nous l'avons montré avec M. Landolt; l'autre qui agit plus efficacement au centre de la rétine, et qui donne lieu, d'une part, à la sensation de couleur, d'autre part à la distinction des points lumineux multiples. Nous présenterons dans une prochaine Note de nouveaux faits qui viendront préciser et élucider cette conception [1]. »

TÉRATOLOGIE. — *Note sur l'adhérence d'une tumeur frontale avec le jaune, observée chez un Casoar mort dans la coquille au moment de l'éclosion.* Note de M. **Dareste.**

« Geoffroy Saint-Hilaire, dans un Mémoire publié en 1827 [2], a fait connaître un cas très curieux d'adhérences observées chez un Poulet qui venait d'éclore et qui a péri quelque temps après l'éclosion. La tête était surmontée d'une tumeur contenant les hémisphères cérébraux; et cette tumeur adhérait, par une bride membraneuse, au jaune, qui n'était encore rentré que partiellement dans la cavité abdominale.

» Jusqu'à présent, ce fait, décrit par Geoffroy Saint-Hilaire, était unique dans la Science.

» J'ai eu récemment occasion d'observer un fait tout semblable chez un jeune Casoar (*Dromaius Novæ-Hollandiæ*). Quatre œufs de Casoar, pondus au

---

(1) Laboratoire de Physique médicale de la Faculté de Nancy.

(2) Geoffroy Saint-Hilaire, *Des adhérences de l'extérieur du fœtus considérées comme le principal fait occasionnel de la monstruosité* (*Archives générales de Médecine*, t. XIV, p. 392; 1827).

Jardin d'acclimatation, avaient été soumis à l'incubation artificielle. Après cinquante-six jours, on avait entendu, dans l'un de ces œufs, le poussin chanter; puis les chants s'arrêtèrent. La coquille fut brisée; elle contenait un poussin mort qui me fut adressé par M. Saint-Yves Ménard, sous-directeur du Jardin.

» L'examen de ce poussin m'a montré les faits suivants :

» La tête présente, dans la région frontale, une tumeur recouverte par une membrane complètement dépourvue de duvet, mais possédant des vaisseaux. Cette tumeur adhère au jaune, qui est encore partiellement en dehors de la cavité abdominale, par une bride membraneuse de $0^{m},003$ de longueur. Cette bride maintient la tête complètement renversée en arrière.

» La formation de cette bride ne peut s'expliquer que par une double adhérence de l'amnios, d'une part, à la tumeur frontale, de l'autre à la membrane blastodermique qui revêt le jaune; elle contient donc un certain nombre d'éléments provenant de l'amnios. Cette membrane d'enveloppe a partout ailleurs complètement disparu.

» La tumeur frontale est constituée par les hémisphères cérébraux enfermés dans une membrane d'enveloppe. Cette membrane est elle-même constituée par deux feuillets superposés. Le feuillet extérieur, qui se continue avec la peau, n'est que la peau elle-même, retardée dans son développement. Le feuillet intérieur est un reste du crâne membraneux; c'est une sorte de fontanelle très développée, qui maintient les frontaux à une certaine distance. Il en résulte que les hémisphères cérébraux paraissent, au premier abord, faire hernie en dehors du crâne. C'est ce qui constitue le genre de monstruosité qu'Is. Geoffroy Saint-Hilaire a décrit sous le nom de *proencéphalie*.

» J'ai observé, un certain nombre de fois, la proencéphalie sur des Poulets au moment de l'éclosion. Je l'ai observée également sur des Canards. Il est très probable qu'elle se produit assez fréquemment chez les Oiseaux.

» Ce qui rend cette monstruosité particulièrement intéressante, c'est qu'elle n'est pas incompatible avec la vie et avec la reproduction, et qu'elle est devenue héréditaire dans cette race de Poules huppées que l'on désigne sous le nom impropre de *Poules de Padoue*. Il paraît qu'à la fin du siècle dernier la proencéphalie n'existait encore que chez les femelles, tandis qu'actuellement elle appartient aux deux sexes.

» Chez ces Oiseaux la tumeur se modifie peu à peu avec l'accroissement. La membrane extérieure se recouvre de duvet, puis de plumes; la membrane

intérieure s'ossifie peu à peu et finit par se transformer en une coque osseuse. J'ai décrit ces faits dans un Mémoire publié en 1864 ([1]).

» Il est bien évident que ce qui s'est produit une fois pourrait se produire encore, et que l'apparition d'individus affectés de proencéphalie dans l'espèce de la Poule, dans celle du Canard, ou même dans une espèce quelconque d'Oiseau, pourrait devenir l'origine de races monstrueuses comparables à la race des Poules de Padoue. »

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelles observations sur le dimorphisme des Foraminifères.* Note de MM. **Munier-Chalmas** et **Schlumberger**, présentée par M. Hébert.

« L'un de nous ([2]) a démontré, en 1880, que, dans les *Nummulites* et les *Assilina*, chaque espèce était représentée par *deux formes* que l'on considère encore aujourd'hui, à tort, comme étant des espèces différentes. Depuis cette époque, nous avons poursuivi nos recherches sur la structure et l'organisation des principaux genres de *Miliolidæ : Biloculina, Dillina, Fabularia, Lacazina, Triloculina, Trillina, Quinqueloculina, Pentellina, Heterillina.*

» Il résulte de nos nouvelles observations que le dimorphisme découvert d'abord dans les Nummulites se retrouve également dans toutes les espèces de *Miliolidæ* que nous avons étudiées et qu'il se manifeste ainsi dans les deux grandes divisions des *Foraminifères perforés* et *imperforés*.

» Afin de mieux faire ressortir ce caractère, il est nécessaire de rappeler le plan général de construction des trois genres principaux de *Miliolidæ*.

» Le *Plasmostracum* ([3]) des *Biloculina, Triloculina* et *Quinqueloculina* peut être envisagé, au point de vue schématique, comme étant formé par un tube qui s'enroule autour d'une sphère (loge centrale) et qui présente, à chaque demi-révolution, un étranglement qui détermine une nouvelle loge plus grande que la précédente.

» L'enroulement se fait tantôt suivant une direction unique; tantôt, au contraire, à chaque demi-révolution, la loge nouvelle s'écarte plus ou moins de la précédente, et l'enroulement suit alors des directions déterminées, qui passent par le plan de symétrie de loges sériées.

([1]) *Mémoire de la Société des Sciences de Lille*, 1864.

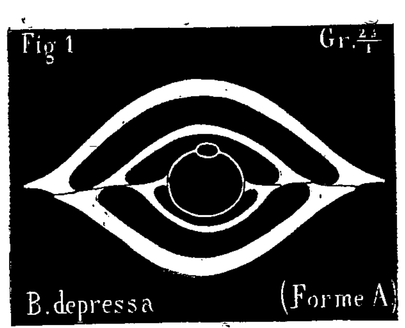
([2]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. VIII, p. 300.

([3]) Têt des Foraminifères.

Dans les *Biloculina,* l'enroulement, se faisant suivant une seule direction, reste dans un même plan de symétrie, qui est commun, par conséquent, aux deux rangs de loges sériées et opposées, qui entourent une loge initiale centrale et sphéroïdale.

» Les *Triloculina* s'enroulent selon trois directions, qui déterminent trois plans de symétrie faisant entre eux un angle de 120°. Il résulte de cette disposition que la loge centrale se trouve enveloppée par trois rangs de loges sériées. Enfin, chez les *Quinqueloculina,* qui présentent autour de la loge centrale cinq rangs de loges sériées, l'enroulement suit cinq directions qui déterminent autant de plans de symétries, faisant entre eux un angle de 72°.

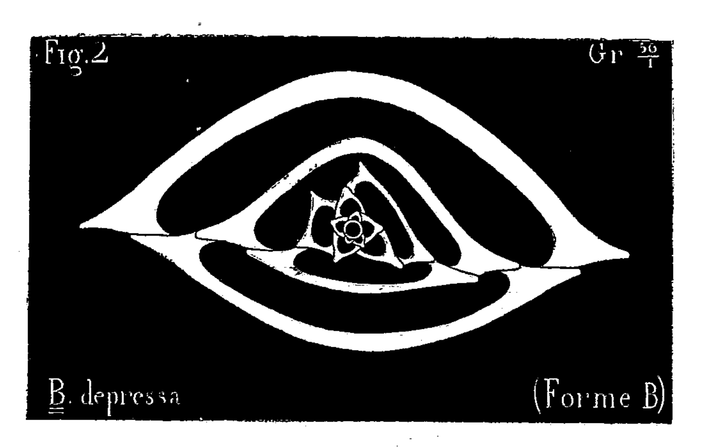
» Le dimorphisme des Foraminifères est caractérisé par une différence dans la grandeur et la disposition des premières loges. Lorsque l'on fait des sections transversales dans une quelconque des espèces que nous avons étudiées, on constate bien vite que les individus qui les constituent présentent deux types d'organisation : les plus petits et ceux de moyenne grandeur ont toujours une loge centrale relativement très grande (forme A), tandis que dans les plus grands cette loge centrale n'est visible qu'avec un très fort grossissement (forme B). Dans la même espèce, aucun caractère extérieur, sauf celui tiré de la taille, ne permet de soupçonner ce fait. Il existe encore entre ces deux formes d'autres différences que nous allons signaler.



» FORME A. — Les nombreuses sections que nous avons faites dans les individus appartenant à cette forme nous ont toujours montré qu'ils avaient *une grande loge centrale*, sphéroïdale, à parois minces, dont le diamètre varie de 200^{μ} à 400^{μ}. Les premières loges qui l'entourent ont, dans la grande généralité des espèces, une direction et une disposition semblables à celles des dernières.

» La *Biloculina depressa* d'Orb. (*fig.* 1), qui vit dans l'océan Atlantique, peut servir d'exemple : sa loge centrale est entourée de loges qui indiquent dès leur apparition le type biloculinaire le plus simple, c'est-à-dire l'enroulement à une seule direction. La première des loges sériées, qui est souvent plus étroite que les suivantes, est en communication avec la loge centrale par une petite ouverture circulaire.

» FORME B. — Quoique les individus qui appartiennent à cette forme soient toujours les plus grands, les sections transversales, passant rigoureusement par le centre, sont très difficiles à réussir. La loge initiale, qui est également sphéroïdale, comparée à celle de la forme précédente, est d'une extrême petitesse et son diamètre ne dépasse guère en moyenne 18^{μ} à 25^{μ}. Dans toutes les espèces que nous avons étudiées, les premières loges qui apparaissent se groupent par cinq autour de la loge centrale, suivant cinq directions qui rappellent le mode de développement des *Quinqueloculina* et des *Pentellina*; mais bientôt, soit brusquement, soit par transition, l'enroulement change et les loges nouvelles sont disposées, rigoureusement, suivant les espèces, comme celle de la *forme A* correspondante. La section (¹) de la *B. depressa*, d'Orb. (*fig.* 2), montre que les dix

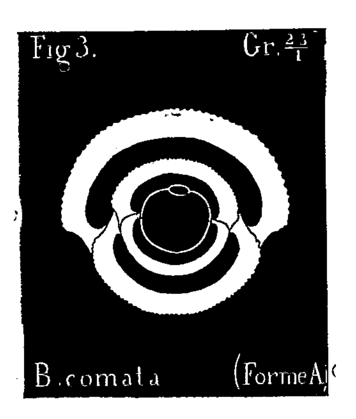


premières loges entourant la loge centrale, sont disposées en cinq séries, mais brusquement les loges suivantes deviennent plus embrassantes et se disposent comme celles de la *forme* A (*fig.* 1).

» La *Biloculina comata*, Brady, *forme A* (*fig.* 3), qui habite également l'océan Atlantique, possède une loge centrale plus petite que celle de la

(¹) Le dessin ne représente que la partie centrale de la section, les deux dernières loges manquent.

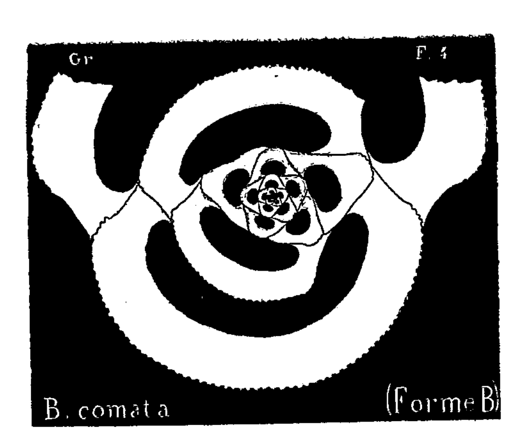
B. depressa; ses parois sont très minces; elle est à peu près sphéroïdale, son plus grand diamètre étant de 258$^{\mu}$, son plus petit de 240$^{\mu}$. Vers sa



partie supérieure, on voit la section ovalaire de la première loge qui ressemble à un étroit canal et qui est très différente des suivantes. Ce caractère, commun à toutes les Biloculines, peut se vérifier sur la *fig.* 1.

» Les loges qui suivent ont la disposition normale de ce genre (enroulement dans un seul plan de symétrie), mais leurs parois sont très épaisses et présentent extérieurement de nombreuses côtes parallèles.

» *Biloculina comata,* Brady, *forme B, fig.* 4 (1). La loge centrale est sphéroïdale et très petite (21$^{\mu}$); les premières loges qui l'entourent se groupent d'abord par cinq, par quatre, par trois, puis par deux : à partir de ce mo-



(1) Dans notre dessin, l'avant-dernière loge est incomplète et la dernière manque complètement.

ment seulement, les loges sont disposées comme dans les *Biloculina*. Il n'y a plus alors qu'un plan de symétrie commun aux dernières loges, l'enroulement se faisant dans une seule direction. Ces différentes phases de l'enroulement rappellent donc, dans une même espèce, l'arrangement des *Quinqueloculines*, des *Triloculines* et des *Biloculines*.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons les modifications que nous avons constatées dans d'autres genres et nous donnerons les deux hypothèses principales que l'on peut concevoir pour expliquer ce dimorphisme. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Essai d'application de la théorie cyclonique de M.* Faye *à l'histoire des météorites primitives.* Note de M. **Stan. Meunier**, présentée par M. Faye.

« Des recherches antérieures ([1]) m'ont amené à définir ce qu'il faut entendre par *météorites primitives* et j'en ai réalisé la synthèse à l'aide de matériaux identiques à ceux dont l'analyse spectrale a révélé la présence dans l'atmosphère solaire : synthèse qui paraît nous autoriser à considérer la poussière irradiante du Soleil comme minéralogiquement comparable aux météorites primitives. Or il faut remarquer que, si les météorites primitives se sont réellement formées dans un milieu comparable à la photosphère du Soleil, on doit espérer de trouver dans leur constitution intime des indices et comme des vestiges fossiles du régime mécanique auquel la photosphère de l'astre météoritique a été soumise. Un pareil résultat serait réellement un contrôle matériel des vues émises par M. Faye quant à l'économie de l'atmosphère solaire. Si, conformément à mon opinion, les météorites des types lucéite, aumalite, montréjite, etc., sont des produits de la concrétion pure et simple de l'atmosphère photosphérique d'un astre construit sur le même plan général que le Soleil, elles ont dû conserver, au moins dans certains cas, des détails de structure tenant précisément au régime cyclonique des masses au sein desquelles elles se sont formées, au moment remarquable où l'état solide s'y est constitué pour la première fois.

Or, parmi les caractères intimes de constitution des roches dont il s'agit, il en est un qui a frappé vivement l'attention des observateurs. Il s'agit de

([1]) *Savants étrangers*, t. XXVII, n° 5, 1880.

la présence dans leur substance de globules pierreux désignés généralement depuis G. Rose (1862) sous le nom de *chondres*, nom d'ailleurs assez défectueux et étendu progressivement à des grains qui sont loin d'avoir tous les mêmes caractères, et par conséquent la même origine.

» Parmi les chondres, il en est de fort nombreux dont la structure est remarquable. Ils consistent en cristaux aciculaires de pyroxène magnésien rayonnant autour d'un point situé à la surface du chondre et plus ou moins incrustés de minéraux variés, lithoïdes ou métalliques. Disséminés en petit nombre dans beaucoup de pierres, les chondres composent la presque totalité des masses réunies sous le nom de *montréjite*. Leur structure, tout à fait exceptionnelle, diffère absolument de celle des roches globulifères terrestres. C'est pour l'expliquer que M. Hahn a rédigé si gravement cette joyeuse élucubration qui fait des chondres le produit de la fossilisation de polypiers et de spongiaires cosmiques (¹). L'illustre M. Carl Vogt a fait justice de ces rêveries (²).

» D'une manière plus sérieuse, plusieurs hypothèses ont été proposées relativement à l'origine des chondres, et nous devons faire une place à part à l'opinion de M. Tschermak, pour qui ces globules auraient été produits : « par la solidification d'une roche entraînée dans le mouvement tourbillonnaire d'un gaz (³). » Toutefois, trompé par une apparence tout extérieure, le savant autrichien rapproche les météorites chondritiques des productions volcaniques terrestres, et ne voit dans leurs éléments globuleux que des produits de trituration d'une roche cristalline. Cette supposition, reproduite cependant par divers minéralogistes, est si insoutenable, que l'auteur lui-même constate des différences radicales entre les météorites et les conglomérats volcaniques. « Les tufs météoritiques, dit-il, sont particu-
» lièrement caractérisés par ce fait, qu'ils ne renferment aucune trace de
» matière scoriacée ou vitreuse ; ils ne contiennent pas de cristaux complets
» au sein d'une pâte ; en un mot, ils ne présentent aucun caractère per-
» mettant de les regarder comme issus d'une lave. »

» On conçoit que les objections n'ont pas manqué à un pareil système : les plus fortes sans doute, parce qu'elles ont été faites d'une façon essentiellement impartiale, résultent des études approfondies de M. Gumbel (⁴).

(¹) *Die Meteoriten und ihre Organismen*, Tubingue, 1880.
(²) *Les Prétendus organismes des météorites*, Genève, 1882.
(³) *Akademie der Wissenchaft. zu Wien*, 22 avril 1875.
(⁴) *Bulletin de l'Académie de Munich*, 1878, p. 58.

« La surface des chondres, dit-il, n'est jamais lisse, comme elle devrait » l'être si ces globules étaient le résultat d'une usure par roulement; elle » est au contraire inégale, mamelonnée, âpre comme la surface d'une mûre » ou taillée en facettes cristalloïdes.... Beaucoup de ces chondres sont » allongés avec un amincissement dans une direction donnée, comme cela » arrive pour les grêlons.... Exceptionnellement se voient des chondres » joints ensemble comme des jumeaux. »

» Certainement, on sera frappé des expressions adoptées par le minéralogiste bavarois, car rien n'est plus éloquent que l'identité de structure des chondres avec celle des grêlons, pour préparer à admettre, conformément à mes expériences, que les globules météoritiques résultent de la condensation subite du givre photosphérique. La rareté des météorites riches en chondres est d'accord avec l'opinion de M. Faye, que l'enveloppe cyclonique ne participe que rarement au mouvement tourbillonnaire.

» A cette occasion, je tiens à répéter qu'il s'agit réellement dans mes essais de la condensation brusque de vapeurs, malgré le doute émis à cet égard par MM. Fouqué et Michel Lévy, dans le beau livre qu'ils ont récemment consacré à la *synthèse des minéraux et des roches* (¹). Je recueille, en effet, les cristaux pyroxéniques artificiels dans des parties de mes appareils situées *loin des fragments de magnésium soumis à la chaleur*, et où par conséquent les vapeurs métalliques seules ont pu parvenir. De plus, les chondres sont d'autant plus volumineux et d'autant plus nombreux que les courants gazeux réagissants sont plus rapides, plus capables par conséquent de produire des remous et des tourbillons.

» Quant à l'identité des chondres ainsi produits avec les traits de structure des météorites, j'en ai pour garant le témoignage de M. Carl Vogt. « J'ai reçu dernièrement, dit-il (²), un petit tube rempli de givre, tel qu'il » sort de l'expérience, et j'ai pu me convaincre qu'il renferme de petits » flocons globulaires, composés d'aigrettes rayonnant dans tous les sens. »

» En présence de ces résultats, il paraît difficile de ne pas admettre que les chondres sont aux roches de précipitation gazeuse ce que les dragées de Carlsbad et le fer en grains sont aux roches de précipitation aqueuse. Ces globules témoignent, dans le milieu générateur, de remous dont l'intensité était nécessairement en rapport avec le volume que ces chondres ont pu atteindre. Conformément à la terminologie dont font usage les paléontolo-

---

(¹) Page 40, 1882.
(²) *Loco citato*, p. 42.

gistes à propos du vent fossile, du Soleil fossile, de la pluie fossile, on serait tenté de les qualifier de *cyclones photosphériques fossiles*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur des secousses de tremblement de terre observées dans le département de la Mayenne*. Note de M. **A. Faucon**.

« On a ressenti, sur différents points de la commune de Saint-Denis-de-Gastines, canton d'Ernée (partie nord du département de la Mayenne), une secousse de tremblement de terre, le jeudi 8 mars courant, vers 3^h de l'après-midi. Quoique d'une certaine intensité, le phénomène a été très rapide : dans l'espace de quelques secondes, il s'est produit trois trépidations, assez fortes pour que les hommes qui étaient debout aient pu croire que la terre allait s'entr'ouvrir; d'autres personnes, assises dans les maisons, ont cru que les murailles allaient s'écrouler. Cependant, on ne signale dans le pays aucune lézarde ni dégradation. Des bestiaux couchés dans des étables se sont levés précipitamment. La secousse a été immédiatement suivie d'un long bruit souterrain, que l'on compare généralement, comme sonorité, à un coup de tonnerre assez rapproché.

» Le pays est essentiellement granitique et les terrains de sédiment qui recouvrent le granite ont peu d'épaisseur; l'altitude varie de 200^m à 230^m au-dessus du niveau de la mer.

» On a gardé le souvenir d'une autre secousse plus prolongée, qui se serait produite il y a environ vingt-cinq ans. »

M. **C. Decharme** adresse une Note relative à un procédé de conservation et de reproduction des formes cristallines de l'eau.

On soumet à une basse température une lame de verre, disposée horizontalement et couverte d'une couche mince d'eau mélangée de minium. Pendant la congélation, les parcelles de minium sont entraînées par les petits cristaux de glace en formation : on obtient ainsi des figures affectant la forme d'aiguilles, d'aigrettes, de feuilles de fougères, etc., comme celles qui se produisent sur les vitres en temps de gelée. La fusion et l'évaporation ultérieures de l'eau laissent le minium en place : il suffit de vernir la plaque, pour conserver indéfiniment les figures obtenues. Cette dernière précaution n'est même pas nécessaire pour les photographier avec le papier dit au *ferro-prussiate*.

M. Ch. **Brame** adresse, par l'entremise de M. Fouqué, une Note ayant pour objet de montrer que les couches concentriques des concrétions minérales (agates, quartz, améthystes radiés, diorites orbiculaires, malachites, etc.) sont soumises aux lois qu'il a formulées précédemment sur les *cyclides* et *encyclides*.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 19 mars 1883.)

Page 777, ligne 10, *au lieu de*

$$\int_0^1 f(a_n a_{n-1} \ldots a_2 a_1 x)\, da_1,$$

lisez

$$\int_0^1 f\left(a_n^{\frac{1}{\alpha_n}} a_{n-1}^{\frac{1}{\alpha_{n-1}}} \ldots a_2^{\frac{1}{\alpha_2}} a_1^{\frac{1}{\alpha_1}} x\right) da_1.$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 2 AVRIL 1883,

PRÉSIDÉE PAR M. JAMIN.

M. JAMIN, président de l'Académie pour l'année 1882, prononce l'allocution suivante :

« MESSIEURS,

» Si quelqu'un voulait connaître l'histoire des travaux scientifiques accomplis en France, il la trouverait toute faite dans les *Comptes rendus* de nos séances annuelles, dans les discours du Président et dans la liste des prix décernés. Je viens, comme mes prédécesseurs, remplir, dans la mesure de mes forces, le devoir de passer en revue les événements dont notre Académie a été le théâtre pendant l'année dernière.

» Nous avons fait des pertes, heureusement peu nombreuses, mais qui nous ont touchés. Nous avons perdu Bussy, bientôt après Decaisne, et tout récemment Liouville.

» Bussy naquit à Marseille en 1794. A vingt ans, voulant devenir soldat, comme tout le monde à cette époque, il entra à l'École Polytechnique et fut de cette promotion, tant célébrée depuis, qui essaya de défendre Paris sur les Buttes-Chaumont. Découragé par les événements et par le changement de régime, il modifia ses projets, chercha une carrière où il pût utiliser son éducation scientifique et choisit la Pharmacie. Pendant toute sa vie il y fut fidèle et il en fut l'honneur. Il dirigea l'École pendant trente ans, la gouverna comme un père et ne résigna sa fonction qu'à l'âge

de quatre-vingts années; rien ne l'y obligeait, il aurait pu la garder encore, car il était autant aimé que respecté : mais il était sage et il estimait qu'il faut se reposer et se recueillir, après une honorable vie, comme après un long voyage.

» Ce repos, Bussy l'avait légitimement gagné. Sans parler de son administration, que l'École de Pharmacie n'oubliera point, il avait pris place, sans aucune infériorité, parmi les premiers chimistes de son temps; on lui doit des Mémoires importants sur l'acide sulfurique, sur les corps gras, sur toutes les questions de la Pharmacie, et, ce qui est son plus beau titre, la découverte du magnésium et du glucinium. Il ne fut pas moins heureux comme physicien. C'est lui qui, le premier, vit l'acide sulfureux devenir un liquide quand on le refroidit assez. Il eut ainsi la rare fortune de commencer cette longue série de travaux où tant de physiciens et de chimistes se sont illustrés en généralisant sa découverte, en montrant que toute matière gazeuse, si rebelle qu'elle le paraisse, peut se montrer indifféremment sous la forme liquide ou même solide par un simple changement de température et de pression. Bussy vécut assez pour applaudir à ces découvertes, pour voir s'allonger le chemin qu'il avait ouvert et pour assister aux applications industrielles, aujourd'hui si multipliées et si précieuses, de la liquéfaction des gaz. Bussy fut heureux, il le savait, et c'est en remerciant la destinée qu'il atteignit les limites de la vieillesse sans connaître les infirmités du corps ni les défaillances de l'esprit. Modeste et mesuré en toutes choses, il avait évité tout éclat, écarté toute ambition, mis autant de soin à s'amoindrir que d'autres à se surfaire et, par une expresse volonté, il avait refusé d'avance les honneurs de discours funéraires. Cette volonté a été respectée; ce n'est pas là transgresser de dire aujourd'hui, devant cette solennelle Assemblée, combien l'Académie aimait, respectait et regrette l'un de ses plus savants doyens, Bussy.

» La vie de Decaisne a été bien différente; il ne fut l'élève d'aucune grande école scientifique; il n'eut, à ses débuts, personne pour le soutenir et le protéger; il entrait, en 1824, à l'âge de dix-sept ans, comme simple garçon jardinier dans ce Muséum qu'il ne devait jamais quitter, où il avait tout à conquérir et où tout lui vint peu à peu, péniblement. Son apprentissage fut long, huit ans, si long qu'il eut le temps de se faire une instruction qu'on ne lui avait pas donnée; il monta un à un tous les degrés du service, fut employé aux pépinières, devint chef du carré des semis et enfin entra dans la vie scientifique en devenant aide-naturaliste; il le devait à Adrien de Jussieu qui, dans cet ouvrier, sut deviner l'étoffe d'un maître; mais il

ne dut qu'à lui-même, qu'à son travail et à sa science de devenir professeur de culture après la mort de Mirbel.

» Il n'était pas ce qu'on nomme un professeur brillant, mais il savait beaucoup, il expliquait clairement, préférait le fond à la forme et s'efforçait d'instruire, non de paraître. Il fit de nombreux Mémoires, publia un Livre resté classique et devint un des meilleurs botanistes du monde. Par la nécessité de son Cours aussi bien que par une pente naturelle, il revenait souvent à son ancien métier, à la culture, aux acclimatations. Il s'occupait de l'igname, de la betterave, de la garance, de la ramie, dont on a tant parlé, surtout des poiriers qui offrent tant de variétés, sans cesser d'être poiriers, et il publia à ce sujet son grand Ouvrage intitulé : *Jardin fruitier du Muséum*. Sa mémoire des noms et des formes était prodigieuse, ce qui est toujours précieux, mais surtout en Botanique; elle était si précise que dans un procès il reconnut des laines australiennes à la présence de débris végétaux du pays. C'est par l'ensemble de ces travaux qu'il s'éleva, de sa modeste origine, jusqu'à l'Institut et la Société royale de Londres, qu'il fut un des fondateurs et trois fois directeur de la Société de Botanique, et qu'enfin, suprême honneur, il fut appelé à présider cette Académie, exemple bien rare de ce que peuvent et le travail qu'on a fait et l'estime qu'on a méritée. Sa grande science et sa haute réputation auraient pu le conduire aux honneurs : il n'y songea point et se contentait d'une existence de bénédictin, dans une vieille maison du Muséum, seul avec ses livres et les tableaux de son frère, qui avait été un peintre de talent; il y vivait très modestement, car il était pauvre, pauvre par excès de charité, ne gardant de son superflu dans un tiroir que l'argent nécessaire à ses funérailles, afin de n'être point, disait-il, à la charge de ses amis. Il en avait beacoup : on se prenait à l'aimer sans le vouloir et sans qu'il le demandât, par le naturel attrait de sa bonté, de sa fidélité, de sa science, de sa simplicité. La mort le prit tout à coup, et l'on comprit, quand on le conduisit à la tombe où déjà dormait son frère, la grande place qu'il avait tenue, en voyant le nombre et la sincérité des regrets qui suivaient son convoi.

» L'Académie prit une troisième fois le deuil le 11 septembre 1882 : Joseph Liouville venait de mourir. C'était à ce moment un vieillard attristé, revenant tous les lundis, par une habitude de plus de quarante années, s'asseoir un instant dans le fauteuil qu'il avait rempli de sa renommée et de son éloquence. Il n'y restait pas longtemps et reprenait, avec la même lenteur, la même tristesse, le même regard éteint, le même accablement découragé, le chemin d'un foyer que les deuils avaient éteint.

On devinait que le malheur y avait passé, que le mari survivait à une femme distinguée, le père à un fils prématurément enlevé, le savant à une gloire déjà presque oubliée. Personne ne reconnaissait, au milieu des ruines de sa vie, le professeur ardent, éloquent et fécond, qui avait été l'une des gloires de l'Institut. Il était sorti de l'École Polytechnique, en 1827, avec le titre d'ingénieur des Ponts et Chaussées; mais il avait mordu à la Science pure, et, n'ayant aucun goût pour les applications qui en découlent, il avait abandonné sans hésitation une carrière honorable et sûre pour se jeter dans les hasards des investigations mathématiques et affronter le laborieux honneur du professorat. Ses facultés, heureusement, étaient à la hauteur de cette imprudence, et bientôt il occupa avec éclat les chaires de l'École Polytechnique, du Collège de France et de la Sorbonne. Il devint célèbre par les découvertes qu'il faisait et par celles qu'il enseignait, et, ce rôle ne suffisant point encore à son activité, il publia un Journal des Mathématiques pures, qui fut bientôt connu dans l'Europe entière sous le nom de *Journal de Liouville*. Tous les travaux y trouvaient une bienveillante hospitalité : c'était la tribune des jeunes gens, et, s'il est vrai qu'on puisse juger d'un professeur par les élèves qu'il a formés, nul n'a dépassé Liouville, car tous les mathématiciens de l'Académie ont dû quelque chose à ses leçons. Il comptait Le Verrier parmi ses disciples, et, bien que des dissentiments l'en ait séparé, il faut dire, à la louange de Liouville, qu'au fond de son cœur il gardait à son élève un reste d'affection qui ne disparut jamais entièrement, et qu'en ses jours d'abandon il avouait à ses amis. Ce cœur généreux, qui pardonnait les infidélités, était plus à l'aise dans le souvenir respectueux qu'il gardait de ses maîtres, surtout d'Arago dont il avait le culte; il se faisait honneur de le soutenir en toutes ses luttes, de le suivre en toutes choses, jusqu'à se faire nommer député après les événements de 1848 : c'est la seule fois qu'il fut infidèle aux Mathématiques; il ne le fut pas longtemps, car il revint, à la fin de son mandat politique, pour ne les plus jamais quitter, aux études chéries qui restèrent jusqu'au dernier jour la glorieuse occupation de sa vie.

» L'année 1882, sans avoir été marquée par de grandes découvertes, n'a pas été stérile. Quand elle commença, nous sortions d'un événement qui sera une date de l'histoire, de l'Exposition d'Électricité. Un siècle ne s'était pas écoulé depuis l'invention de la pile que déjà ses applications l'imposaient à la société. Pour la première fois, les Gouvernements comptaient avec elle; pour la première fois, l'Électricité, considérée d'abord comme une simple curiosité, devenait une nécessité publique et prenait rang

parmi les plus précieux organes de la civilisation. Un simple fil soutenu dans l'air, ou traversant les mers, ou passant par les trous d'une serrure, suffisait pour apporter à distance, avec la rapidité de la lumière, l'éclairage, l'aimantation, la chaleur, le mouvement, l'écriture, la parole, toute la Physique et toute la Chimie : l'Électricité devenait l'agent général et instantané de tous les transports; c'était, en un mot, l'énergie elle-même, libérée en un point d'origine, menée où l'on voulait et y faisant tous les travaux que l'on voulait. C'est ce que l'on a justement appelé le *miracle* de l'Électricité; elle en fit un autre en attirant le monde entier, et, ce que la politique n'avait point fait, en opérant entre les savants de deux nations voisines, qui n'avaient point encore désarmé, un commencement de réconciliation. On y fut conduit naturellement, de part et d'autre, par le besoin pressant qu'on avait d'évaluer l'électricité et ses effets, par la nécessité d'établir un système d'unités métriques communes à tous les pays. C'est pour cela qu'une Commission internationale fut nommée, que l'accord se fit, que la bienveillance revint et que la Section française, présidée par M. Dumas, continue dans le recueillement les travaux qui lui ont été confiés.

» Cet avènement de l'Électricité, ce rôle immense tout à coup révélé des sciences d'observation, semble couronner les progrès qu'a faits l'humanité depuis son origine. Pour secouer le fardeau de l'état sauvage, elle avait tout à apprendre, il lui fallait tout créer; il lui fallait, comme l'enfant qui vient au monde, recevoir une éducation complète, et ce n'est pas sans étonnement qu'on la voit naturellement parcourir les étapes successives que l'Université française impose à l'enfant dans ses programmes. Pendant l'antiquité elle fait ses humanités et les achève avec un tel éclat qu'aujourd'hui encore les écrivains classiques sont nos modèles, les philosophes nos guides, les artistes nos maîtres. Au siècle d'Auguste, elle semble sortir des classes de Rhétorique et de Philosophie; l'homme littéraire est complet, le savant n'existe pas; il ne doit venir qu'à la Renaissance, alors qu'il jette pour la première fois un regard sur le monde physique, qu'il commence l'étude et l'asservissement des agents naturels, comme l'étudiant moderne qui entre en Mathématiques spéciales; après quoi, l'humanité continue ses découvertes avec l'orgueil du succès, avec la conscience de ne devoir qu'à elle-même cette longue et laborieuse éducation.

» Le 8 septembre 1882, nous avons assisté à un événement astronomique qui a légitimement occupé l'Académie, le passage de la planète Vénus entre le Soleil et la Terre. Cette circonstance est rare, elle ne se

renouvelle qu'à des intervalles de cent vingt et une années, mais elle se répète une seconde fois, huit ans après; ensuite Vénus et la Terre, emportées dans leurs orbites indépendantes, mettent un autre intervalle de cent vingt et un ans avant de se conjoindre de nouveau. C'est, du reste, un maigre spectacle; la planète, noyée qu'elle est dans la lumière du Soleil, s'en approche peu à peu sans être vue. Aussitôt qu'elle le rencontre, elle y fait une échancrure qu'on voit grandir, puis se fermer, après quoi un point noir parcourt lentement et régulièrement le disque lumineux; il en sort enfin, en renouvelant en sens opposé les circonstances de son entrée. Le gros du public ne voit rien, et il se demande pourquoi cette émotion des savants, pourquoi les États chargent leurs budgets, équipent des flottes, pourquoi les astronomes vont porter au bout du monde et leurs lunettes et leurs chronomètres, avec la chance de ne rien voir et le danger de n'en point revenir.

» En voici la raison : nous sommes à une distance du Soleil qui est énorme, si énorme qu'on n'est pas sûr de l'avoir exactement appréciée. Elle est comprise entre 36 et 40 millions de lieues; mais les mesures diffèrent, on ne sait pas quelle est la bonne, et il nous importe de la chercher. Or le passage de Vénus est un signal qui se fait au ciel et qui nous en fournit le moyen.

» Il est clair que, si un observateur pouvait se transporter instantanément sur les divers points de la Terre, il ne verrait pas Vénus entrer sur le Soleil au même moment et à la même place; ce moment et cette place changeraient avec sa propre situation et surtout avec sa distance au Soleil et à Vénus. Les variations d'aspect seront considérables s'il est rapproché, elles seront moindres s'il est loin ; il est donc possible de connaître cette distance en observant les changements que le phénomène accuse quand il est vu au même moment de stations éloignées l'une de l'autre. Mais le transport instantané d'une même personne étant impossible, on la remplace par plusieurs observateurs qui font isolément, en chaque point, les mesures qu'elle y aurait exécutées si elle y était venue. Ce n'est pas tout, une fois qu'on aura mesuré ainsi la distance de la Terre au Soleil, on saura quelle est la vitesse de la lumière, puisqu'elle franchit cet espace en $8^{m} 13^{s}$. On voit maintenant que de pareils résultats valent qu'on se donne de la peine et qu'on fasse un peu de dépense pour les obtenir; c'est pour cela que M. d'Abbadie est allé à Port-au-Prince, M. Tisserand à la Martinique, M. le colonel Perrier en Floride, M. Janssen à Alger, pour cela que de nombreux officiers de Marine et des ingénieurs du plus grand mérite, dont je voudrais citer tous les noms, ont été dérangés de leurs travaux, et pour cela que l'Empereur du Brésil lui-

même a tenu à honneur d'observer le passage et de justifier, une fois de plus, son titre d'Associé de notre Académie.

» C'est en 1874 que se fit le premier passage; les savants de tous les pays s'y étaient préparés à l'avance. En France, une Commission présidée par notre illustre Secrétaire perpétuel avait réglé les conditions de l'observation et distribué les rôles, et vous vous rappelez qu'après l'événement une médaille fut frappée qui montrait la Science assistant à la conjonction de Vénus et d'Apollon, figurés avec leurs attributs mythologiques. Le résultat fut satisfaisant, pas tout à fait autant qu'on l'avait espéré. Il y eut des difficultés pour saisir l'instant précis de l'entrée et de la sortie de l'astre : une expérience ne réussit jamais complètement la première fois, il faut toujours la recommencer. Il y eut aussi des déboires qui étaient inévitables : tel qui avait attendu dans une île déserte le précieux moment s'en revint sans avoir rien vu que les nuages et la pluie, sans avoir reçu le prix de son dévouement. La Commission ne se découragea point; elle employa les huit années qui suivirent à perfectionner les méthodes, à choisir dans l'Amérique du Sud huit stations commodes entre le cap Horn et la Floride, à désigner le personnel, en un mot, à assurer le succès des nouvelles observations: il a été complet. Maintenant on fait les calculs, bientôt on connaîtra le résultat, puis, en l'an 2004, dans 121 ans et 6 mois, le 8 juin à 5^h11^m du matin, nos petits-neveux, s'ils ne sont pas contents, pourront recommencer.

» Les êtres vivants sont visités de temps à autre par des épidémies terribles; semblables à des orages qui passent, elles dévastent une contrée; puis, continuant leur route, elles vont porter plus loin la mort et la dépopulation. L'homme a sa part de ces fléaux : il n'en a jamais connu la cause, il n'y a pas trouvé de remède, il ne sait leur opposer que sa résignation et son effroi. Mais le temps paraît prochain où il va s'en affranchir; tous les yeux se tournent vers un savant illustre, et vos oreilles ont entendu son nom sans que je l'aie prononcé.

» C'est la vieille querelle des générations spontanées qui l'a amené sur ce terrain. Il a d'abord prouvé, malgré d'ardentes dénégations, que des populations innombrables d'êtres fort petits, mais très vivants, dissimulés longtemps par leur petitesse même, ne naissent point au hasard, mais procèdent toujours de parents auxquels ils ressemblent, que l'air est rempli de leurs germes, qu'il les emporte et les dissémine, jusqu'au moment où ils rencontrent les conditions favorables à leur développement; alors ils se mettent à vivre, à se reproduire, à se multiplier et à exercer une sorte de mission

providentielle : tantôt elle est utile et bienfaisante, quand ils changent, par exemple, le sucre en alcool et l'alcool en vinaigre et qu'ils fabriquent pour nous le vin et la bière; tantôt, au contraire, elle est funeste et dévastatrice, en détruisant la vie des animaux supérieurs dont ils font leur nourriture et leur demeure. C'est ce monde des infiniment petits, si fécond, si nombreux, si précieux ou si redoutable, que M. Pasteur étudie, qu'il utilise ou qu'il combat. Parlons de ce dernier cas.

» Il examine à part les détails de la vie dans chaque espèce virulente, en commençant par une sorte de choléra qui tue les poules, et laisse après la mort, dans les organes, une profusion d'êtres microscopiques; il les recueille, réussit à les nourrir dans un bouillon, assiste à leur éclosion, à leur développement; il les multiplie, les cultive et quand, par une piqûre, il en introduit quelques-uns sous l'épiderme d'une poule saine, il les voit l'envahir, s'y propager et la tuer : ils étaient donc bien la cause de ce choléra qu'il faut maintenant essayer de guérir ou de prévenir. Alors M. Pasteur imagine de soumettre à l'action de l'oxygène le bouillon où il fait ses cultures, il voit le microbe s'affaiblir, perdre sa violence, cesser d'être un virus mortel, et, chose merveilleuse, devenir un préservatif, un vaccin !

» Bientôt M. Pasteur recommence la même étude à propos d'une seconde épidémie, le charbon, mal terrible qui s'attaque aux troupeaux et dont l'homme n'est pas exempt. Davaine en avait accusé avec raison un microbe qu'il avait rencontré dans la pustule maligne, la bactéridie charbonneuse, qui est douée d'une si effrayante fécondité qu'il lui suffit de quelques heures pour envahir et tuer un bœuf. On a cru longtemps que, pour enterrer à jamais ce monde pestilentiel, il suffisait d'enfouir profondément sa victime : on se trompait, on n'avait pas compté sur les vers de terre; M. Pasteur les a surpris ramenant les germes qu'ils ont trouvés sur le cadavre jusqu'au sol humide où le ruminant les rencontre et dont il meurt. M. Pasteur cultive ces germes dans un bouillon convenable, entretient pendant des années, en les renouvelant, des générations successives et nombreuses, si vénéneuses qu'elles tuent par une simple piqûre; puis, recommençant le traitement qui lui avait réussi à propos du choléra des poules, il affaiblit la bactéridie, la rend inoffensive en lui conservant sa faculté préservatrice et, par une vaccination publiquement appréciée et aujourd'hui vulgarisée, il sauve à jamais les bestiaux du charbon. Il est permis d'espérer que, n'ayant plus de victimes à faire, plus d'occasions de naître, de vivre et de se reproduire, l'espèce entière de ce microbe va s'éteindre, comme ces animaux des anciens âges dont la Géologie nous montre les débris. La rage aussi est un microbe qui habite le cerveau des

chiens; on va les vacciner. Cependant, pour notre malheur, tout n'est pas fini : nous gardons la peste, le choléra, le vomito, bien d'autres fléaux encore; mais les savants croient aux microbes, et le monde espère en M. Pasteur.

» Messieurs, je suis bien heureux d'avoir à mes côtés, pour m'aider et me soutenir, notre illustre Secrétaire perpétuel, M. Dumas; à peine remis d'une indisposition qui a été longue sans jamais avoir été grave, il reprend aujourd'hui pour la première fois une place où l'on aime à le voir. Il y a cinquante années révolues que l'Académie possède M. Dumas; et tout récemment elle a fêté l'anniversaire de son entrée par le don d'une médaille à son effigie. On frappe des médailles pour perpétuer le souvenir des événements mémorables : il est bien naturel qu'une Compagnie savante consacre un solennel hommage de sa gratitude au Confrère éminent qu'elle admire et qu'elle aime. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1882.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Bertrand, Bouquet; Jordan, rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet de prix la « *Théorie de la décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés* », en appelant particulièrement l'attention des concurrents sur les résultats extrêmement remarquables énoncés sans démonstration par Eisenstein dans une Note écrite en langue française au tome 35 du *Journal de Mathématiques de Crelle*, p. 368, année 1847.

Ce problème semble assez restreint au premier abord; mais on avait lieu

de penser que les théorèmes obtenus par cet illustre géomètre s'étaient offerts à lui comme conséquences dernières d'une longue série de recherches, où devaient se trouver combinées les notions d'*ordre* et de *genre*, établies par Gauss pour les formes binaires et transportées par Eisenstein dans le domaine des formes ternaires, celle de la *densité*, qu'il avait introduite pour la première fois, enfin les méthodes infinitésimales de Dirichlet. L'Académie était donc fondée à espérer que ce voyage de découvertes imposé aux concurrents à travers une des régions les plus intéressantes et les moins explorées de l'Arithmétique produirait des résultats féconds pour la Science. Cette attente n'a pas été trompée.

Trois Mémoires ont été transmis au Concours; ils portent les épigraphes suivantes :

N° 1. — *Quot quibusque modis possint in quinque resolvi quadratos numeri, pagina nostra docet.*

N° 2. — *Felix qui potuit rerum cognoscere causas!*

N° 3. — *Rien n'est beau que le vrai; le vrai seul est aimable.*

Le Mémoire n° 2 montre chez son auteur des connaissances étendues et renferme plusieurs résultats intéressants; mais la question posée par l'Académie ne s'y trouve même pas abordée. La Commission a donc principalement concentré son étude sur les deux autres Mémoires. Tous deux sont des œuvres considérables, où se trouvent exposés d'une manière magistrale plusieurs des points fondamentaux de la théorie des formes quadratiques. Les formules relatives à la décomposition en cinq carrés n'y figurent que comme conséquences très particulières des principes généraux.

Il est d'ailleurs aisé de discerner dans ces deux Mémoires, à travers les différences d'exposition, une singulière identité dans la filiation des idées, au point qu'il serait difficile de signaler dans l'un d'eux une notion ou un théorème important qu'on ne retrouvât pas dans l'autre, et que, pour éviter les redites et faire mieux ressortir les nuances qui les séparent, nous devrons les analyser simultanément.

L'auteur du Mémoire n° 1 montre tout d'abord qu'à une forme quadratique quelconque on peut associer une série de formes adjointes [1]; la valeur numérique du plus grand commun diviseur des coefficients de ces diverses formes et leur ordre de parité servent de base à une distribution en ordres des formes de même déterminant.

[1] Ces formes avaient déjà été considérées par M. Darboux dans le *Journal de Liouville*.

L'auteur du Mémoire n° 3 ne parle pas de ces formes adjointes, si ce n'est de la première, que Gauss avait déjà définie; mais il considère la série de leurs coefficients, ce qui lui donne un résultat identique au précédent.

La marche suivie dans les deux Mémoires est d'ailleurs la même et consiste à transformer la forme proposée en une autre équivalente, telle que son résidu par rapport à un module donné soit ramené à une expression canonique.

Cette expression canonique contient encore des coefficients indéterminés dont la valeur dépendra de la manière de conduire les calculs; mais de quelque façon que l'on opère, en partant d'une forme donnée, certaines combinaisons de ces coefficients conserveront toujours un caractère quadratique déterminé par rapport aux nombres premiers qui divisent le déterminant et par rapport aux nombres 4 et 8. L'ensemble de ces caractères, invariables pour toutes les formes d'une même classe, définira le genre.

Ainsi que Gauss l'avait déjà signalé pour les formes binaires, en insistant tout particulièrement sur ces circonstances, qui sont pour l'Arithmétique du plus haut intérêt, toutes les combinaisons de caractères ne sont pas admissibles. Les deux auteurs indiquent d'une façon précise les conditions que doit remplir une semblable combinaison pour correspondre à un genre réellement existant.

Ils passent ensuite à la recherche du nombre des solutions des congruences du second degré à plusieurs inconnues. Cette question se lie intimement aux précédentes. La méthode élégante fondée sur l'emploi de la résolvante de Lagrange, par laquelle elle est traitée dans le Mémoire n° 3, mérite une mention particulière. L'auteur énonce ensuite cette proposition, dont il est facile de rétablir la démonstration : *Deux classes de formes qui appartiennent au même genre sont congrues par rapport à un module quelconque.* Cette nouvelle définition du genre, déjà formulée d'ailleurs par M. Poincaré, a l'avantage de s'étendre immédiatement aux formes d'ordre supérieur au second.

Les deux auteurs s'occupent ensuite de la représentation des nombres par une forme quadratique à n variables. Ils montrent, en généralisant une méthode de Gauss, que cette recherche revient à celle de la représentation d'une forme quadratique à $n - 1$ variables. Abordant ensuite ce dernier problème, ils font voir comment l'ordre et le genre de la forme représentée peuvent se déduire de l'ordre et du genre de la forme qui la représente.

Les résultats précédents leur permettent de ramener la recherche de la densité des représentations d'un nombre donné par l'ensemble des formes d'un même genre à celle de la densité d'un genre donné.

L'application des méthodes de Dirichlet a fourni la solution de ce problème à l'auteur du Mémoire n° 1 pour les formes quaternaires; à celui du Mémoire n° 3 pour les formes à un nombre quelconque de variables dont toutes les adjointes sont des formes impaires. Mais chacun d'eux, pressé par le temps, n'a donné la démonstration de ses résultats qu'autant qu'il était nécessaire pour résoudre le problème posé par l'Académie. Tous les deux le ramènent à la sommation d'une série infinie

$$\sum \left(\frac{M}{m}\right) \frac{1}{m^2},$$

fort analogue à celle que Dirichlet avait rencontrée dans son célèbre Mémoire sur les applications du Calcul infinitésimal à la Théorie des nombres.

L'auteur du Mémoire n° 3 s'arrête à ce point; celui du Mémoire n° 1 donne sans démonstration le résultat de la sommation, d'où découlent immédiatement les théorèmes d'Eisenstein.

De même que nous n'avons pu séparer ces deux beaux Mémoires dans la courte analyse qui précède, nous ne saurions les présenter l'un sans l'autre aux suffrages de l'Académie. Tous deux en sont également dignes. Ils font faire un pas considérable à l'Arithmétique, en fixant d'une manière définitive la théorie de l'ordre et du genre dans les formes quadratiques. Le talent déployé par les auteurs nous est d'ailleurs garant qu'ils sauront mener à terme les questions difficiles qu'ils ont dû traiter un peu hâtivement à la fin de leur travail.

Dans l'impossibilité où elle se trouve de mettre l'un d'eux au second rang, la Commission, à l'unanimité, émet le vœu que l'Académie accorde à chacun d'eux la totalité du prix, si elle le juge possible.

Nous devons faire observer, en terminant, que le Mémoire n° 3 est écrit en allemand, contrairement à l'une des conditions du programme. L'auteur s'en excuse dans sa Préface, en disant que le temps lui a manqué pour faire la traduction de son Mémoire. Nous n'avons pas pensé qu'il y eût lieu de repousser *a priori*, pour une irrégularité de forme, un travail de cette importance. Mais, tout en l'accueillant, à titre exceptionnel, l'Académie devra faire toutes réserves pour l'application des règles ordinaires aux Concours à venir.

L'Académie adopte les propositions de la Commission et décide qu'elle décernera deux prix de même valeur aux auteurs des Mémoires inscrits sous les n°s 1 et 3.

Conformément au Règlement, M. le Président procède à l'ouverture des

plis cachetés qui accompagnent ces Mémoires et proclame pour le n° 1 le nom de M. **J.-S. Smith**, professeur à l'Université d'Oxford, et pour le n° 3 le nom de M. **Hermann Minkowski**, étudiant de Mathématiques à l'Université de Königsberg.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, Bouquet, Bonnet, Jordan; Bertrand, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, décerne le prix Francœur, pour l'année 1882, à M. **Émile Barbier**, également digne par ses talents, par son caractère et par les difficultés de sa situation, de l'estime et de la sympathie de l'Académie.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.)

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Mouchez; Pâris et Tresca, rapporteurs.)

Rapport sur les travaux de M. Bouquet de la Grye; par M. l'amiral **Paris.**

Les travaux de M. **Bouquet de la Grye**, depuis son entrée au service en 1849, sont trop nombreux pour être énumérés ici; qu'il suffise d'exposer qu'ils présentent la plupart une nouveauté, qui a eu ses difficultés pour arriver à l'exactitude.

Après quelques levés, en sous-ordre, sur la côte de France, M. Bouquet de la Grye, envoyé à la Nouvelle-Calédonie, profita du canot et de dix hommes de l'*Aventure,* récemment naufragée, pour entreprendre avec une si faible ressource la reconnaissance de cette île, alors aussi inconnue que l'avait laissée Cook après l'avoir découverte. Il sonda et détermina les plus grands récifs de corail de l'Océanie, ne séjournant jamais au même lieu, laissant ignorer ce qu'il faisait pour diminuer les dangers de la race la plus féroce de l'Océanie, qui, comme tous les sauvages, n'attaque guère qu'à

coup sûr; 150 milles de côtes et 250 milles de récifs furent reconnus pendant trois ans passés sans autre abri que le canot. Une triangulation fut effectuée, malgré le danger de descendre souvent à terre, alors que 26 colons furent mangés par les naturels. Les dangers ne sont point un titre scientifique; mais ils ajoutent au mérite, en ce qu'ils font surgir des difficultés que les travaux courants ignorent, et qui exigent une ingéniosité qu'ils savent souvent faire naître.

En Europe, M. Bouquet de la Grye effectua la première détermination exacte du plateau de roches si redouté de Rochebonne, situé au milieu du golfe de Gascogne, loin de toutes terres. Il se servit alors de la propagation du son et de fusées lancées à de grandes hauteurs. Le résultat de la reconnaissance du fond de la mer fut la possibilité de placer un phare flottant, qui fait rechercher maintenant ce point, qu'on évitait de loin jadis, et qui lui fait jouer le rôle de sentinelle avancée de la côte basse de cette partie de la France.

Plus tard le plan exact du port d'Alexandrie fit connaître une passe que l'on croyait impraticable, et dont l'ignorance causa le désastre d'Aboukir.

Le feu des Minquiers fut déterminé ensuite et, en 1863, commencèrent les travaux réguliers de la côte de France, qui, depuis Beautems-Beaupré, avait éprouvé des modifications naturelles, restées indéterminées. M. Bouquet de la Grye les poursuivit avec l'exiguïté de moyens à laquelle la Nouvelle-Calédonie l'avait initié. Ne s'arrêtant pas à faire des plans, qui suffisent à la navigation, il étudia les travaux incessants des vagues et des courants qui rongent dans un endroit et comblent dans un autre, surtout aux embouchures des rivières. Cherchant ainsi ce qui s'était passé, il put savoir ce qu'il fallait faire pour améliorer ou arrêter le mal, et il exposa ses résultats dans de nombreux Rapports sur la formation des barres et sur les moyens de les approfondir.

Ce furent ces Rapports qui décidèrent l'exécution de grands travaux à Saint-Jean-de-Luz, où la lutte contre les grandes vagues de l'Océan avait toujours été vaine. Des études du même genre, effectuées au cap Breton et à l'embouchure de l'Adour, se montrèrent également intéressantes.

Plus tard M. Bouquet de la Grye revit le piloti ouest de la côte de France et l'améliora; il observa le passage de Mercure en 1868, effectua des sondages par de très grands fonds, utilisa constamment un cercle azimutal dont l'exactitude et la commodité ont été prouvées par d'autres observateurs, détermina la longitude des nombreuses îles basses des Touat-Motou; enfin ceux qui ont suivi les travaux de la Commission du passage de Vénus

savent quels services exceptionnels M. Bouquet de la Grye rendit pour préparer ces expéditions lointaines. Ceux qui, plus heureux que lui, n'ont pas eu le phénomène caché par les nuages, lui devaient en partie les ressources qui les avaient secondés.

A ces travaux s'est ajoutée une étude des changements naturels éprouvés par le port de la Rochelle, et les déductions nouvelles de M. Bouquet de la Grye ont paru assez prudentes pour que la ville proposât de s'imposer pour avoir un port.

Enfin l'Académie vient d'apprendre que, plus heureux cette fois, M. Bouquet de la Grye a réussi à observer le passage de Vénus.

En résumé, l'ensemble des travaux de M. Bouquet de la Grye a porté la Commission du prix de six mille francs à proposer à l'unanimité d'en décerner les deux tiers, soit *quatre mille francs*, à M. **Bouquet de la Grye**.

Rapport sur les travaux de M. Bertin; par M. **Tresca**.

Les travaux que M. **Bertin** a présentés au Concours sont tous relatifs à l'étude du roulis et du tangage, questions d'un grand intérêt nautique, qui n'avaient pas été examinées jusqu'alors avec une suffisante précision.

M. Gertsner, de Prague, dès 1804, M. Reech, ancien directeur de l'école du Génie maritime en France, et M. Froude en Angleterre, en 1861, avaient seulement posé les premiers jalons de cette étude, à laquelle les recherches plus récentes de M. Bertin ont ouvert une voie tout à la fois théorique et expérimentale, qui, lorsqu'elle aura été consacrée par le temps, doit apporter une somme de données d'une discussion sérieuse, propres à guider les constructeurs sur les points de vue pratiques les plus importants.

La variété de ces études est assez grande pour qu'il soit nécessaire d'en présenter ici, avec leurs dates, la nomenclature complète, telle qu'elle résulte des documents que nous avons eu à examiner :

1869. Étude sur la houle et le roulis.

1871. Complément à l'étude sur la houle et le roulis.

1873. Mémoire relatif à la résistance opposée par la carène des navires aux mouvements de roulis.

(Rapport du 5 mai 1873 et insertion au *Recueil des Savants étrangers.*)

1874. Données expérimentales sur les vagues et le roulis, avec suite en 1879.

1873 et 1874. Note sur l'étude expérimentale des vagues de hauteurs et de vitesses variables.

1876. Observation du roulis et du tangage à bord du *Crocodile*. (Rapport du 2 avril et insertion au *Recueil des Savants étrangers.*)
Mémoire remplacé par :

1878. Observations du roulis et du tangage sur divers bâtiments.

1878. Sur le relevé automatique des vagues. Note sur la résistance des carènes, dans le roulis, et sur leurs qualités nautiques.

1881. Expériences du roulis, faites sur le *Mitho*, et sur le fonctionnement de l'oscillographe double.

Nouvelle méthode pour établir la formule de la hauteur métacentrique.

Cette longue série d'études, poursuivies pendant plus de dix années, témoigne de la persévérance que l'auteur a su apporter à l'examen d'une question dont les éléments sont essentiellement variables et fugaces, et par cela même si difficiles à observer. Cette marche patiente est bien celle d'une étude scientifique destinée à conduire à des résultats certains; mais on comprend qu'en pareille matière les difficultés doivent être telles que les solutions ne sauraient être de longtemps regardées comme définitives, qu'à la suite de très nombreuses vérifications.

Au point de vue analytique, les bases du calcul auquel on peut soumettre ces phénomènes ne sauraient présenter toute la rigueur désirable; M. Bertin en a cependant fait ressortir une théorie rationnelle des déplacements cycloïdaux, qui doit être considérée déjà comme un point de départ précieux pour l'avenir, sans toutefois qu'il soit arrivé, quant à présent, à des conclusions assez nettement formulées ni assez probantes.

Plus récemment, notre savant Confrère, M. de Saint-Venant, et M. Boussinesq ont d'ailleurs jeté un nouveau jour sur le phénomène de la houle, qui est la cause immédiate de celui du roulis.

Au point de vue expérimental, les difficultés étaient d'une autre nature. Comment saisir, dans les mouvements incessants d'un navire, l'amplitude et la durée de chacun de ses déplacements? Comment surtout éliminer dans les observations les circonstances anormales, pour ne retenir que celles qui répondent aux causes dominantes? Comment, d'ailleurs, enregistrer avec précision toutes les déviations, pour les rapprocher, dans le loisir du cabinet, des causes qui les ont produites et les discuter?

L'auteur dit très justement à ce sujet :

« Il est probable que la part de l'expérience restera longtemps encore supérieure à celle de la théorie dans l'étude de l'architecture navale : c'est donc du côté de l'observation que doivent surtout être dirigés les efforts, et il faut reconnaître que la mesure simultanée des vagues et du roulis...

permettrait seule d'obtenir une base de comparaison certaine entre les différents types de navires. »

Aussi s'est-il constamment préoccupé de l'amélioration que pouvaient comporter les procédés d'expérimentation précédemment employés.

L'oscillographe double de M. Bertin se compose de deux pendules placés, l'un et l'autre, dans le voisinage du centre d'oscillation et qui tracent leurs trajectoires sur une bande de papier entraînée dans un mouvement continu. L'un de ces pendules est très lent et peu influencé par le mouvement du navire, de sorte qu'il fournit pour ainsi dire une ligne de repère.

L'autre pendule, étant très court, se trouve, au contraire, d'une grande mobilité, et si l'on pouvait admettre qu'il obéisse, en raison même de cette extrême sensibilité, à tous les déplacements que subit le navire dans le plan d'oscillation du pendule, on saisit facilement tout ce qu'il y a d'ingénieux à combiner, dans deux tracés automatiques et simultanés, les positions relatives des deux pendules, pour étudier ensuite toutes les circonstances de la fluctuation du navire.

L'idée du double pendule, proposée par M. Bertin en 1869, paraît avoir été réalisée, pour la première fois, par M. Froude; et, antérieurement, notre honoré Confrère, M. l'amiral Pâris, en collaboration avec son fils, si prématurément et si malheureusement enlevé à notre Marine, avait construit un trace-roulis, qu'il avait même mis en œuvre sur les paquebots *l'Europe* et *le Pereire,* et la goëlette *l'Esmeralda,* antérieurement à 1870.

C'est en 1871 que M. Bertin s'est définitivement arrêté à l'instrument dont son dessin caractérise nettement tous les éléments : pendule stable, assez ramassé dans sa construction pour qu'il n'oscille qu'en 80 secondes; pendule rapide, également traceur, à période de 4 secondes, 320 fois plus courte que la première; quant à l'appareil d'horlogerie qui fait mouvoir le papier et qui permet de noter avec précision les fractions de seconde, on comprend qu'il ait été doté, par notre Confrère M. Breguet, de certains détails ingénieux qui lui restent propres et dans lesquels un régulateur isochrone de Foucault joue le rôle prépondérant.

Quoique les tracés sinusoïdes relevés déjà avec cet appareil, dans un grand nombre de circonstances, aient généralement présenté tous les caractères d'une régularité fort remarquable, il était nécessaire de contrôler leurs indications par des observations faites, en temps calme, sur un roulis artificiel, pouvant être soumis à des mesures plus directes. À cet effet, l'auteur a employé une lunette solidaire avec le pendule traceur, mais il

ne paraît pas que ce mode de vérification soit exempt de toute influence sous le rapport de l'habileté, plus ou moins grande, acquise par l'observateur; la concordance est ainsi fort relative et exigera encore de nombreuses recherches.

Quoi qu'il en soit, nous avons à signaler plusieurs résultats dignes d'attention.

Le sujet d'étude le plus important était d'abord la vérification de l'isochronisme des roulis.

Sous ce rapport, M. Bertin est parvenu à établir sûrement que le roulis absolu reste suffisamment isochrone, dans le cours d'une même observation, pour être regardé comme un mouvement pendulaire propre du navire...

L'isochronisme, qui s'observe ainsi pour tous les roulis d'une même journée, ne se rencontre pas entre les roulis relevés dans des conditions de temps et de mer différentes....

Le vent augmente sensiblement la durée des roulis simples exécutés dans le sens où il souffle; il diminue encore davantage la durée des roulis exécutés contre le vent.

Il résulte de là que chaque roulis relatif est analogue à une oscillation en eau calme et que le mode de succession de ces oscillations est seul différent, selon que l'eau est ou n'est pas agitée par la houle.

En ce qui concerne les expériences faites sur la question du tangage, qu'il est pour ainsi dire impossible de produire artificiellement en eau calme, l'un des principaux éléments de comparaison fait nécessairement défaut, mais l'oscillographe a permis cependant de constater que le tangage relatif, mer debout, est synchrone avec les vagues.

Quand le tangage relatif commence à apparaître, il suit le tangage des vagues à un intervalle d'une demi-période. L'amplitude du tangage total est inférieure à celle du tangage des vagues.

Dans ces sortes d'expériences, les rôles des deux pendules se trouvent en quelque sorte intervertis, en ce que c'est le pendule lent qui fournit alors les éléments importants de chaque détermination.

L'étude des propriétés nautiques d'un navire se rattache intimement à celle des lois de ses oscillations en eau calme ou à la mer; mais les seules influences qui aient été réellement discutées, dans les travaux que nous analysons, se rapportent uniquement à l'action de la carène et à celle des quilles latérales, à l'aide desquelles on s'est quelquefois proposé de réduire l'amplitude maximum du roulis. Il ne paraît pas que cette adjonction exerce une amélioration de plus d'un quart sur le résultat, tout au moins

dans les applications qui en ont été faites. Au cours de ces expériences, on a très heureusement constaté, de plus près, la remarquable tranquillité, à la mer, des navires qui présentent une faible stabilité.

C'est dans cette première publication, ordonnée par l'Académie, sur la proposition du même rapporteur, que M. Bertin dit, en toute raison : «L'intérêt de cette Note est moins dans les résultats numériques des expériences très insuffisantes qui en font l'objet que dans la preuve fournie par ces expériences, que l'on peut, avec une exactitude convenable, mesurer la valeur d'une donnée, capitale au point de vue des qualités nautiques, sur laquelle on n'avait aucune notion.

A la suite des études de M. Bertin, les expériences sur le décroissement du roulis en eau calme sont devenues réglementaires.

Nous nous abstenons à dessein de parler des expériences complémentaires faites plus récemment sur le *Mitho*, mais nous ne croyons pas être indiscret en faisant connaître que ce Mémoire, comme les précédents, a reçu l'approbation de la Commission spéciale à laquelle il a été renvoyé, et nous savons même qu'elle proposera prochainement son insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*.

En résumé, pour se rendre compte de l'œuvre de M. Bertin, nous dirons qu'il suffit de lire son Mémoire intitulé : *Observations sur le roulis et le tangage, faites avec l'oscillographe double, à bord de divers bâtiments*. Ce Mémoire, inséré au tome XXVIII du *Recueil des Savants étrangers*, sur le Rapport de notre Confrère, M. Dupuy de Lôme, si compétent en ces matières, est accompagné de nombreuses reproductions de diagrammes qui ne laissent aucun doute sur l'efficacité de la méthode et sur l'exactitude des tracés qui servent de base à la discussion.

L'appareil lui-même et les études sur la décroissance du roulis en eau calme sont plus explicitement décrits dans le tome XXII du même Recueil : *Note sur la résistance des carènes dans le roulis des navires et sur leurs qualités nautiques*.

Dans leur état actuel, les travaux persévérants de M. Bertin, sur la houle, le roulis et le tangage, ont paru à votre Commission dignes de vous être spécialement signalés, et elle a l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder à cet habile ingénieur de nos constructions navales une récompense de *deux mille francs* sur la dotation du prix extraordinaire de six mille francs qu'elle avait à décerner cette année.

Les conclusions de la Commission sont adoptées.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Rolland, Phillips;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, a décerné le prix Poncelet, pour l'année 1882, à M. le professeur **R. Clausius**, pour l'ensemble de ses beaux travaux sur la Physique mathématique.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Resal, Tresca, Rolland, Bresse;
Phillips, rapporteur).

La Commission du prix de Mécanique de la fondation Montyon est d'avis qu'il n'y a pas lieu de le décerner cette année. Elle propose d'en reporter la valeur sur le prix de l'année prochaine.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Rolland, Mouchez;
Dupuy de Lôme, rapporteur.)

La Commission du prix Plumey a émis à l'unanimité l'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1882; elle propose, en conséquence, à l'Académie d'en reporter la valeur sur le prix de l'année 1883.

PRIX DALMONT.

(Commissaires : MM. Phillips, Lalanne, Rolland, Resal, Debray;
de la Gournerie, rapporteur.)

La Commission propose d'accorder le prix à M. **Georges Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux de Chimie et pour sa participation, comme collaborateur de Belgrand, aux études hydrologiques du bassin de la Seine, études à la continuation desquelles il reste attaché.

Cette proposition est adoptée.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Mouchez, Lœwy, Janssen; Tisserand, rapporteur).

La Commission décerne le prix à M. **Souillart**, professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Depuis vingt ans environ, M. Souillart s'occupe sans relâche de la théorie des satellites de Jupiter; il a publié sur ce sujet important et difficile trois Mémoires dont le dernier, le plus considérable, a paru dans les Mémoires de la Société royale astronomique de Londres. Dans ce travail, l'auteur s'est proposé de traiter, par la méthode de la variation des constantes, la théorie analytique des satellites de Jupiter; il a pu confirmer ainsi les résultats obtenus par Laplace et les compléter sur quelques points, en poussant les approximations plus loin que ne l'avait fait l'illustre auteur de la *Mécanique céleste*.

PRIX DAMOISEAU.

(Théorie des satellites de Jupiter.)

(Commissaires : MM. Tisserand, Faye, Mouchez, Puiseux; Lœwy, rapporteur.)

M. le Dr **Schur** vient de publier les résultats des observations qu'il avait entreprises pour déterminer avec l'exactitude la plus rigoureuse les positions des quatre satellites qui gravitent autour de Jupiter.

Dans ce travail, commencé en 1874 et terminé en 1880, M. Schur poursuivait un double but : d'abord, fournir une nouvelle détermination de la masse de Jupiter, et, en second lieu, trouver les données numériques permettant de reconstruire les Tables de Damoiseau sur une base plus précise.

On sait l'influence considérable exercée par Jupiter sur les corps célestes circulant autour du Soleil; il provoque dans le mouvement purement elliptique de ces astres des modifications plus ou moins notables, désignées sous le nom de *perturbations*.

En général, en Astronomie théorique, la précision avec laquelle on peut calculer d'avance, pour une longue série d'années, la trajectoire que suivra dans l'espace un corps céleste quelconque appartenant à notre système, dépendra de la connaissance exacte de l'attraction exercée par Jupiter, notre plus grosse planète.

La détermination de la masse de Jupiter a été déjà l'objet des recherches de Newton, et depuis on est arrivé, à l'aide d'investigations nombreuses, à obtenir pour cette inconnue des nombres de plus en plus rapprochés de la vérité.

Néanmoins, les résultats trouvés par des méthodes tout à fait différentes laissaient planer encore un certain doute sur la valeur définitive de cet élément. Il était donc nécessaire d'entreprendre une mesure nouvelle d'une donnée jouant un rôle si important dans toutes les applications de la Mécanique céleste.

Le travail de M. le Dr Schur avait encore, à un autre point de vue, une très haute opportunité.

Les Tables construites par Damoiseau, d'après la théorie de Laplace, pour les mouvements des satellites de Jupiter accusaient une différence sensible entre le calcul et les observations; ces différences étaient, surtout pour le quatrième satellite, si considérables, que la revision de la théorie ainsi que des données numériques sur lesquelles elle est fondée était devenue indispensable.

Par la discussion d'observations très précises, effectuées par lui à l'héliomètre et embrassant une série de six années, M. Schur est arrivé à une nouvelle détermination de la masse de Jupiter, qu'il trouve égale à $\frac{1}{1047,23}$, nombre qui présente un accord remarquable avec les valeurs données par Bessel et Airy.

M. Schur a conclu en outre les corrections des divers éléments des satellites de Jupiter.

Bessel et Damoiseau avaient supposé pour le premier et le deuxième satellite un mouvement circulaire ; M. Schur fait voir que l'ellipticité des deux orbites ne peut pas être négligée et il a déduit de ses observations les excentricités pour ces deux trajectoires.

Les travaux de M. Schur fourniront donc aux astronomes qui voudraient entreprendre la théorie de ces astres une base très précieuse, et réalisent en partie les conditions exigées pour l'obtention du prix Damoiseau.

Nous constatons ici avec satisfaction que l'auteur, dans le cours de son travail, a rendu pleine justice aux recherches d'un de nos compatriotes,

M. Souillard, sur ce difficile sujet. Le Mémoire de M. Souillard (*Théorie analytique du mouvement des satellites de Jupiter*) vient d'être récemment inséré dans les Mémoires de la Société royale astronomique de Londres, après avoir été, de la part de l'Académie, l'objet d'une récompense en 1879.

Considérant la haute valeur scientifique des observations et des recherches effectuées par M. le Dr **Schur**, et leur utilité particulière pour la reconstruction des Tables de Damoiseau, la Commission vous propose d'accorder à l'auteur, à titre d'encouragement, *deux mille francs* sur les fonds du prix Damoiseau.

Elle propose également de maintenir au programme des Prix proposés la question des satellites de Jupiter, en prorogeant le terme du Concours à l'année 1885. (*Voir* page 950.)

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Tisserand, Lœwy, Mouchez;
Janssen et Faye, rapporteurs.)

Votre Commission vous propose de décerner cette année deux prix Valz : l'un à M. **William Huggins**, Correspondant de l'Académie; l'autre à M. **Cruls**, astronome à l'Observatoire de Rio-de-Janeiro.

Rapport sur les travaux de M. W. Huggins; par M. **Janssen**.

La Commission du prix Valz décerne le prix Valz à M. **William Huggins**, Membre de la Société royale astronomique de Londres et Correspondant de l'Académie.

Cette récompense vise des travaux récents de ce savant éminent, car l'Académie a déjà eu occasion de décerner ses palmes à M. Huggins. Nous allons dire un mot de ces travaux; mais auparavant il n'est pas hors de propos de rappeler que des recherches plus anciennes de ce physicien astronome ont acquis récemment une grande importance et reçu de précieuses confirmations. Nous voulons parler des modifications que les ondes lumineuses éprouvent par le déplacement de la source lumineuse.

Le parallélisme presque complet que la théorie, définitivement formulée par Fresnel, établit entre les ondes lumineuses et les ondes sonores, avait fait supposer que le mouvement du corps lumineux devait avoir, sur les ondes lumineuses qu'il émet, une action analogue à celle que produit un corps

vibrant sur les ondes sonores qu'il émet quand il se déplace. Si le corps qui envoie des radiations lumineuses envoie en même temps des radiations de longueurs d'ondes plus longues et plus courtes, le déplacement du corps ne produira aucun effet à l'œil. Les radiations ultra-violettes viendront remplacer les radiations violettes si le corps s'éloigne de l'observateur, et s'il se rapproche, au contraire, ce sont celles de la chaleur obscure qui passeront dans le rouge et le jaune.

Les choses se passeront comme si le spectre était vu au travers d'une fenêtre étroite, la largeur de cette fenêtre délimitant le spectre visible, et que ce spectre, débordant l'ouverture de chaque côté, se meuve derrière elle dans un sens déterminé par celui du mouvement.

Ainsi, ce phénomène de la modification de la longueur de l'onde lumineuse par le mouvement, qui a reçu dernièrement de si belles applications, ne donne lieu, d'abord, à rien d'apparent ni d'important, tant qu'on ne considère le phénomène que sous le rapport de la couleur; mais tout change quand on vient à considérer les lacunes que le spectre peut présenter. Alors, en effet, le déplacement des ondes dans le spectre se décèle par un déplacement de raie, et le mouvement du corps lumineux peut être révélé et mesuré par un phénomène aussi nouveau que précis. Or il faut le dire, à l'honneur de la Science française et de notre Académie, si les premières idées sur les modifications que le mouvement du corps lumineux peut apporter à la position des ondes dans le spectre ont pris naissance en Allemagne, la conception féconde de la considération des raies et de leur déplacement appartient à la France et à l'un de nos Confrères.

M. Huggins a été celui qui a su tirer le plus riche parti de cette belle méthode, et, aujourd'hui, après les vérifications si délicates et si nombreuses qui ont été faites, personne ne doute plus que cette conquête ne soit définitivement acquise à la Physique céleste.

Parmi les travaux reçus de M. Huggins, nous devons mentionner l'application qu'il a su faire de la Photographie à l'étude des spectres des corps célestes. Ces travaux ont occupé presque exclusivement M. Huggins depuis 1872, savoir :

1° Photographie des spectres des étoiles;

2° Photographie du spectre lumineux de la vapeur d'eau;

3° La photographie (la première obtenue) du spectre de la comète *b*, 1881, photographie qui a révélé de nouvelles raies dans l'ultra-violet, donnant ainsi une base plus étendue aux spéculations qu'on peut baser sur

l'étude des spectres des comètes. Les raies nouvelles semblent encore appartenir aux composés du carbone, résultat très important;

4° Photographie du spectre de la nébuleuse d'Orion;

5° Photographie du spectre de la grande comète I, 1882.

6° Enfin une méthode pour obtenir journellement des images photographiques de la couronne solaire.

Cette méthode sera soumise, dans quelques mois, à une épreuve qui décidera de sa valeur.

Tous ces travaux témoignent non seulement d'un mérite qui n'a plus besoin d'être démontré, mais encore d'une activité qui ne se ralentit pas. Pour reconnaître cette activité, votre Commission décerne à M. **Huggins** un des prix dont elle dispose.

Rapport sur les travaux de M. Cruls; par M. **Faye.**

M. Cruls s'est fait connaître par ses découvertes cométaires, sous la bienveillante protection de notre illustre Confrère, S. M. l'Empereur du Brésil. M. Cruls a montré, par ses travaux, toute l'utilité d'un établissement astronomique de premier ordre dans les régions australes. Ses récentes Communications à l'Académie, l'étude qu'il a faite de la constitution physique de la brillante comète de cette année, par une habile application des méthodes de l'analyse spectrale, ont été accueillies par vous avec un vif intérêt. Le prix que vous lui accorderez sera considéré, à la fois, comme un encouragement et comme une manifestation de la haute idée que vous vous faites des services que l'Observatoire de Rio est appelé à rendre à la Science.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés.)

(Commissaires : MM. Jamin, Cornu, Desains, Jordan; Fizeau, rapporteur.)

La Commission n'a reçu aucun travail sur la question proposée. Elle est d'avis de proroger le Concours jusqu'à l'année 1885, afin de laisser aux concurrents tout le temps nécessaire à l'achèvement de leurs travaux.

Cette proposition est adoptée. (*Voir* p. 952.)

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Jamin, Desains, Becquerel, rapporteur.)

La question mise au Concours était la suivante :

« *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.* »

Sept Mémoires ont été adressés à l'Académie, mais la plupart d'entre eux, presque entièrement théoriques, ne répondent pas à la question précédente, et surtout à la seconde partie, relative aux causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.

Le Mémoire n° 1, en allemand avec traduction française, et intitulé « Le bi-solénoïde planétaire », est dans ce cas; il ne renferme que des vues théoriques générales sur l'induction qui serait due au mouvement de rotation de la Terre, et sur les effets électriques de tension qui pourraient en résulter.

L'auteur du Mémoire n° 2, qui a pour épigraphe *Eurêka*, attribue l'électricité de l'atmosphère à la déflagration de matières combustibles existant accidentellement dans l'atmosphère et principalement des émanations volcaniques. Cet énoncé seul suffit pour faire juger de la valeur de cette hypothèse; mais il est bon de mentionner ici que, pour appuyer ses idées, l'auteur du Mémoire a fait beaucoup de recherches bibliographiques, et a

cité un grand nombre d'effets d'orages dont le résumé est intéressant à consulter.

Le Mémoire n° 3, intitulé « Contribution à l'étude des orages », a plus particulièrement attiré l'attention de la Commission.

L'auteur, après avoir exposé l'état de nos connaissances sur la question, émet l'opinion que les causes du dégagement de l'électricité dans l'atmosphère sont multiples et résultent, soit des actions chimiques auxquelles l'eau prend part, soit d'effets thermo-électriques, soit de phénomènes de végétation, soit du frottement des masses aériennes. Il s'est proposé d'instituer des expériences en vue de l'examen de ces hypothèses, mais ces expériences sont trop restreintes et trop incomplètes pour permettre de rien décider à cet égard.

L'auteur ne présente, du reste, son travail que comme une œuvre inachevée, n'ayant pas eu le temps de donner tous les développements nécessaires à ses recherches, qui demandent une longue étude et des expériences délicates.

La Commission, tout en faisant des réserves à propos des opinions émises par l'auteur, l'engage à poursuivre ses recherches, après s'être mis au courant des observations faites sur l'électricité de l'atmosphère dans ces dernières années, ainsi que des méthodes expérimentales nouvelles dont il ne semble pas s'être occupé.

Le Mémoire n° 6 est un travail très étendu, indiquant que l'auteur s'est livré d'une manière spéciale à des études sur l'électricité atmosphérique; mais ce Mémoire, ainsi que le n° 4, imprimé et ayant pour titre « L'électricité et la foudre », ne répond pas au programme du prix proposé par la Commission.

Il en est de même des Mémoires n° 5 et n° 7, qui ne renferment que des vues théoriques nullement justifiées par l'expérience.

En résumé, la Commission a adopté les conclusions suivantes :

1° Il n'y a pas lieu de décerner le prix Bordin cette année;

2° La Commission propose à l'Académie de laisser la question au Concours et de décerner le prix, s'il y a lieu, en 1885. (*Voir* page 952.)

3° Elle propose à l'Académie d'accorder un encouragement de la valeur de *mille francs* à l'auteur du Mémoire n° 3, intitulé « Contribution à l'étude des orages ».

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Rolland, Boussingault; de la Gournerie, Lalanne, Bouley, rapporteurs.)

Cette année, comme les précédentes, la Commission a dû écarter, comme ne satisfaisant pas aux conditions du programme, plusieurs des pièces adressées à l'Académie pour le Concours au prix de Statistique. Parmi ces pièces, il en est assurément qui, par l'étendue des renseignements ou par la valeur des idées qu'elles renferment, ont attiré plus particulièrement notre attention. Mais la Statistique, proprement dite, y occupe une trop faible place; ce ne sont ni les descriptions locales, ni les développements historiques, ni même les vues les plus élevées et les plus ingénieuses sur les principes généraux propres à guider par l'enregistrement méthodique des résultats numériques de l'observation, que le fondateur du prix a entendu récompenser. Il nous suffira de rappeler les traditions de l'Académie à ce sujet. Elles nous dispensent de citer les Ouvrages mêmes auxquels nous serions portés à décerner des éloges, à d'autres points de vue qu'à celui dont nous ne devions pas nous écarter.

Rapport sur les travaux de M. Cheysson; par M. **Lalanne.**

Depuis plusieurs années M. **Cheysson**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé de la Direction du dépôt des cartes et plans et des archives, au Ministère des Travaux publics, adresse à l'Académie deux publications remarquables à des titres différents. L'une, mensuelle, est intitulée *Bulletin du Ministère des Travaux publics;* l'autre, annuelle, porte le titre d'*Album de Statistique graphique.*

Le *Bulletin* renferme une foule de documents statistiques recueillis à toutes les sources authentiques, mais qui, par la diversité même de leur origine, exigent une transformation pour se plier au cadre du *Bulletin* et surtout pour être comparables entre eux. L'auteur s'est donc tracé, pour chaque ordre de faits embrassés par la Statistique des Travaux publics, un cadre autant que possible uniforme, avec des notations et des désignations mé-

thodiques, pour que les renseignements émanant, non seulement des diverses administrations françaises, mais encore des divers pays, se retrouvent à la même place et soient désignés de la même façon. En outre, un certain nombre de tableaux synoptiques résument, en les condensant, les résultats fondamentaux les plus intéressants de publications officielles parfois volumineuses. Les chiffres extraits de documents étrangers sont convertis en mesures et en monnaies du système métrique. En regard des chiffres bruts, on inscrit généralement leurs rapports à un élément pris pour point de comparaison. C'est ainsi que les nombres d'accidents de mines sont rapportés soit à 1000 ouvriers employés, soit à 1000 tonnes extraites. Enfin, des diagrammes mis en regard des tableaux en font ressortir d'une manière intuitive les résultats les plus saillants.

Une autre partie du *Bulletin* est consacrée à la législation; nous n'avons pas à en parler ici.

L'*Album de Statistique graphique* renferme deux catégories de planches : les unes, relatives aux faits d'une seule année, sont les planches de fondation reproduites dans chacun des nouveaux volumes, de manière à permettre de suivre les variations que des éléments de même nature viennent à subir dans la suite des temps; les autres expriment les résultats définitifs d'une longue série de faits accumulés, comme par exemple les frais de premier établissement des chemins de fer, et ne doivent être renouvelés qu'à de plus longs intervalles. Les chiffres des tonnages constatés, soit en moyenne par kilomètre, sur la longueur entière d'une voie de communication, soit dans un centre de production ou de consommation, sont traduits par des notations expressives, ou l'emploi de bandes, de secteurs et de cercles, de différentes dimensions et diversement colorés, frappe l'esprit par les yeux et met en éveil l'intelligence avec une promptitude qu'on ne saurait attendre de l'inspection seule d'un tableau numérique. Les résultats relatifs aux tonnages occupent la plus grande place dans l'*Album*. Il en devait être ainsi pour une publication élaborée au Ministère des Travaux publics, auquel incombe naturellement le soin de fournir à l'ingénieur, à l'économiste, au législateur même, les éléments de nature à les guider et à les éclairer pour discuter la convenance et apprécier l'utilité de voies nouvelles. Néanmoins, une moitié presque entière du Recueil est consacrée à des relevés qui, pour ne pas s'appliquer à des tonnages, n'en sont pas moins d'un très grand intérêt : telles sont les recettes des chemins de fer; la situation, par département, du réseau des chemins de fer d'intérêt général; la circulation parisienne exprimée en recettes par kilomètre sur les diffé-

rentes lignes d'omnibus, de tramways, de bateaux à vapeur, de chemins de ceinture; les travaux d'achèvement des routes nationales; l'état des vignobles et de l'invasion phylloxérique, etc.

Les notations de la Statistique graphique sont généralement simples et expressives. L'auteur, tout en faisant usage de celles que l'usage a déjà consacrées, a choisi avec discernement, dans chaque cas, la forme qui paraissait le mieux convenir aux données du problème, y apportant même des modifications ingénieuses pour la rendre plus claire ou plus apte à représenter synoptiquement un plus grand nombre de résultats.

Il n'y a guère plus d'un siècle que la Statistique graphique a pris naissance. Il était certainement bien naturel d'appliquer l'idée de Descartes à la représentation, par une courbe, de toute relation numérique qui existe entre deux éléments variables; et cependant cette application paraît avoir été faite, pour la première fois en Angleterre, par William Playfair, dans une publication traduite en français sous le titre d'*Arithmétique linéaire*.

L'extension à trois variables d'une représentation géométrique donnée par une surface courbe avait été parfaitement indiquée par Descartes lui-même; et l'on s'étonne que l'application qu'on en peut faire à la représentation des lois numériques n'ait pas été nettement formulée avant 1830, où, pour la première fois, en quelques lignes d'une précision remarquable, Olry Terquem exprima le principe général à l'aide duquel on remplacerait par des constructions effectuées sur un plan les résultats que donneraient des Tables à double entrée.

Mais il y a des cas où l'emploi d'une autre solution est désirable. Ainsi, lorsqu'il s'agit de la circulation dans différentes régions d'un territoire, sur des directions indiquées par le tracé des voies de communication, on ne peut considérer comme continue la variation de la circulation en passant d'une voie à une autre. On doit donc l'étudier séparément pour chacune des différentes directions qu'elle suit. MM. Minard, en France, Belpaire, en Belgique, paraissent avoir imaginé simultanément de représenter par une bande d'une largeur variable l'intensité de la circulation en chacun des points de la ligne parcourue. De même, le mouvement d'un port a été figuré depuis longtemps par un cercle, dont ce port occupe le centre et dont la superficie est proportionnelle, soit au tonnage, soit au nombre des navires entrés ou sortis, soit aux recettes de douane, et, en un mot, à la donnée statistique qu'on veut mettre en évidence. On peut même diviser le cercle en secteurs coloriés de manière à faire ressortir les différents éléments dont se compose une même donnée. C'est ainsi que le tonnage des

marchandises importées ou exportées sera réparti entre les combustibles, les matières premières, les objets fabriqués, les matériaux de construction, etc.

C'est ce genre de notations qui figure exclusivement dans l'*Album de Statistique*. On n'avait pas besoin d'en employer d'autres pour les sujets qu'on y a traités jusqu'à présent. L'application, déjà depuis longtemps proposée (¹) par un des membres de la Commission, et qui a été faite successivement par M. Vauthier, en 1874 (²), par M. Alfred Durand-Claye, cette année même (³), de la notation des plans avec courbes d'égal élément cotées, à la représentation de faits importants, tels que la répartition de la population sur un territoire, l'accroissement proportionnel qu'elle éprouve au bout d'un certain temps, l'intensité de la mortalité générale ou due à une maladie particulière, en appelle certainement d'autres du même genre. Il est certain que l'*Album de Statistique graphique* ne tardera pas à produire des planches établies dans ce système, qui paraît être le terme extrême des notations de la Statistique graphique; terme que l'on n'a pas dépassé lorsque, sous le nom de *stéréogrammes*, on a construit des reliefs volumineux, peu portatifs, difficiles à établir et d'un prix élevé, auxquels on peut substituer un plan avec courbes de niveau cotées sur lequel il est facile de lire tous les résultats donnés par le solide à trois dimensions.

La Commission, eu égard à l'importance des publications dont il vient d'être rendu compte, propose d'accorder un prix à M. **Cheysson**.

Rapport sur les travaux de M. Maher; par M. **Bouley**.

Le travail de M. **Maher**, relatif à la Statistique médicale de Rochefort, est un travail de Statistique pure, d'où l'auteur tire des déductions fort intéressantes.

Les chiffres, rangés dans des tableaux synoptiques sont fournis par deux éléments bien distincts de la population de Rochefort : 1° la population municipale; 2° la population militaire ou *flottante*.

Outre les tableaux nombreux dont l'ouvrage est en grande partie formé, un certain nombre de cartes, de plans de la ville de Rochefort et de ses

(¹) *Comptes rendus*, t. XX, p. 438.
(²) *Ibid.*, t. LXXVIII, p. 264.
(³) *Ibid.*, t. XCV, p. 471.

environs, facilite l'étude des progrès accomplis par l'hygiène, à la suite des importants travaux que l'on a entrepris pour lutter contre la nature sur ce sol palustre.

M. Maher, après avoir rappelé la situation de Rochefort et son histoire, nous montre l'état sanitaire de la ville dans les années du commencement du siècle, pour arriver rapidement à 1857. Ce qu'il y a de plus particulièrement intéressant dans ce travail a trait à la malaria, aux fièvres marematiques, endémiques à Rochefort.

Si l'état sanitaire de la contrée laisse encore à désirer, il est bien différent, cependant, de ce qu'il était en 1830; à cette époque, la mortalité du bagne de Rochefort était une fois plus forte que dans les autres bagnes de la France, et, en 1842, les *Annales maritimes* pouvaient encore écrire que « la peine des travaux forcés devient un châtiment beaucoup plus sévère, toutes choses égales d'ailleurs, si le coupable est conduit à Rochefort au lieu d'être envoyé à Toulon et surtout à Brest ».

D'après M. Maher, la mortalité à Rochefort pèse surtout sur les enfants en bas âge, pendant l'été, parce que c'est pendant cette saison que l'éclosion du poison paludéen se montre plus particulièrement active.

Le nombre des morts-nés est aussi considérable, ce qui peut se rattacher, d'après M. Maher, aux propriétés abortives du sulfate de quinine, qu'on administre fréquemment aux femmes enceintes quand elles sont atteintes par la fièvre intermittente.

Le tableau où se trouvent relevés les cas divers des affections internes de 1854 à 1867 inclus donne une idée de l'importance de l'endémie palustre à Rochefort pendant cette période.

Sur 40000 malades, traités à l'hopital, on trouve 20000 fiévreux.

Aussi les quantités annuelles de préparation de quinquina consommé dans la ville se mesurent-elles en kilogrammes pour le sulfate de quinine, et en hectolitres pour le vin de quinquina.

Les relevés de M. Mayer sur la phtisie et sur la fièvre typhoïde tendent à confirmer la loi d'antagonisme établie par Boudin entre les fièvres palustres et la première de ces affections.

D'après les chiffres de ce travail, l'endémie a été décroissante à mesure que l'approvisionnement d'eau potable a augmenté et que les plantations se sont multipliées dans les marécages.

Les cas de fièvres soignés à l'hôpital maritime ne se sont élevés, en effet en 1880, qu'à 652, tandis que, en 1865, leur nombre était de 2010; en 1866, de 2159; et en 1867, de 1042.

Ces chiffres sont significatifs.

Le travail de M. Maher présente ce double intérêt qu'il met le présent et le passé en parallèle et qu'il signale les conditions sous l'influence desquelles l'état sanitaire de la ville de Rochefort, autrefois si déplorable, s'est aujourd'hui si complètement amélioré que Rochefort occupe un rang très élevé, à ce point de vue, parmi les villes de France.

Votre Commission accorde à M. **Maher** un prix de Statistique.

Rapport sur l'Ouvrage de M. Guiraud; par M. **de la Gournerie.**

M. **Guiraud**, docteur-médecin, a présenté un Mémoire intitulé *Étude des mouvements de population à Montauban*. Ce travail, extrait des *Annales de Démographie internationale*, est composé d'après les nombres fournis par la Statistique officielle. L'auteur examine dans des paragraphes distincts les diverses questions qui sont du ressort de la démographie, et compare ses résultats à ceux qui ont été donnés par M. Bertillon tant pour la France entière, que pour différentes villes, de manière à faire ressortir les circonstances spéciales à Montauban; un résumé étendu termine l'Ouvrage.

En démographie tous les nombres ont de l'importance et provoquent des rapprochements d'un intérêt réel. M. Guiraud présente une suite d'observations sur l'influence pernicieuse de la saison chaude pour la mortalité des enfants de moins de cinq ans, sur la mortalité plus grande pour les hommes que pour les femmes au delà de 20 ans .... Mais il s'occupe plus particulièrement de l'insuffisance du nombre des naissances à Montauban. Dans cette ville, la natalité diminue progressivement, et le nombre des décès surpasse constamment celui des naissances. L'immigration soutient et même augmente un peu la population.

Des circonstances analogues se présentent malheureusement dans les diverses parties de la France. Comme tous les statisticiens, M. Guiraud attribue l'insuffisance du nombre des naissances à la prudence des chefs de famille. Il discute la question de manière à montrer qu'il l'a étudiée avec soin. Bien qu'il ne jette pas sur elle un nouveau jour, nous croyons qu'il a eu raison de s'y arrêter. Tout le monde sait qu'en France le nombre des naissances est en décroissance relative, mais on ne porte peut-être pas à ce fait une assez grande attention : il est utile de le rappeler.

M. Guiraud dit incidemment que, dans les environs de Montauban, les ménages sans enfants sont nombreux, aussi bien chez les paysans que dans la bourgeoisie. Ce résultat, qui ne saurait être expliqué que par l'infécon-

dité, aurait une importance réelle si l'auteur pouvait indiquer le nombre des ménages stériles pour les différents âges auxquels ils ont été contractés.

En résumé, le travail de M. **Guiraud** est composé avec soin. C'est une monographie claire et méthodique qui sera souvent consultée. Nous proposons d'accorder à l'auteur une mention honorable.

Rapport sur les Ouvrages de M. le D[r] Mauriac; par M. **Bouley**.

Les Ouvrages que M. **Mauriac** a envoyés au Concours portent les titres suivants :

Rapport général sur les travaux de la Commission des logements insalubres de la ville de Bordeaux, pendant les années 1876 *à* 1881 *inclusivement;*

Contributions à l'étude de l'épidémie de variole qui a sévi à Bordeaux de 1880 *à* 1881 (*Prophylaxie et Statistique*);

Prophylaxie et Statistique de la rage en Europe (*Fragments*).

Ils sont plutôt des Ouvrages de Médecine et d'Hygiène générale que de Statistique, à proprement parler.

Tels quels, ils présentent un grand intérêt. Nous y voyons démontré par des chiffres que la variole a sévi avec une plus grande intensité, au double point de vue du nombre et de la gravité, dans les quartiers où les logements sont les plus insalubres et servent de refuge à un plus grand nombre d'habitants pauvres. D'où les conclusions qu'il faut améliorer les habitations malsaines et insuffisantes, ou plutôt leur substituer des villas, à l'imitation de ce qu'on a fait à Mulhouse et d'après les mêmes principes.

Isoler les varioleux hospitalisés;

Organiser un service municipal de vaccinations gratuites hebdomadaires;

Obliger à la déclaration de tous les cas de variole, comme on fait aujourd'hui en Angleterre;

Défendre le transport des varioleux dans des voitures publiques;

Affecter des voitures spéciales exclusivement à cet usage;

Instituer des étuves publiques pour la désinfection des vêtements et literies qui ont servi aux varioleux;

Rendre la vaccination obligatoire par une loi;

Appliquer à la variole les mêmes prescriptions sanitaires qu'au choléra et à la fièvre jaune, quand des cas de variole se sont manifestés sur un navire;

Telles sont les propositions que M. le Dr Mauriac fait découler de l'ensemble des documents qu'il a réunis dans son Rapport général.

On ne peut que les approuver. Si elles servaient de base à la pratique, les chances seraient grandes pour que les populations fussent mises à l'abri des épidémies varioliques qui s'abattent sur elles quand on les laisse sans une défense sérieuse contre leurs atteintes.

Quant à la rage, M. le Dr Mauriac croit pouvoir conclure, de l'ensemble des faits qu'il a réunis, que le musellement obligatoire des chiens, auxquels on laisse la liberté de la rue, constitue un préservatif d'une grande efficacité pour les populations. On ne peut que souscrire à cette proposition, à la condition que le musellement soit réel et non fictif, comme c'est le cas trop communément. Du reste, la loi nouvelle, sur la police sanitaire des animaux domestiques, arme l'autorité du pouvoir de prescrire cette mesure quand elle la jugera utile.

L'ensemble des documents soumis par M. le Dr **Mauriac** à la Commission du prix de Statistique présente de l'intérêt.

La Commission lui accorde une mention honorable.

Rapport sur l'Ouvrage de M. Bernard (*de Cannes*); par M. **de la Gournerie.**

M. **Bernard** (de Cannes) a envoyé au Concours un Mémoire manuscrit intitulé : *Statistique médico-démographique de Cannes, pendant la période de* 1877 *à* 1881. L'auteur s'est proposé d'étudier et de faire connaître le climat de cette ville considérée principalement comme station hivernale. Son travail est composé de trois parties, consacrées, la première, à la météorologie, la deuxième, à la mortalité suivant les âges, et la troisième, à la mortalité suivant les maladies.

Ce Mémoire contient des renseignements importants, mais qui, cependant, n'ont pas toujours l'étendue et la précision désirables. M. Bernard dit lui-même que les passages où il s'est occupé de la mortalité des enfants de moins de deux ans et des manifestations de la phtisie pulmonaire ont besoin de nouveaux développements, et il annonce des Ouvrages spéciaux sur ces deux questions.

Le travail qui nous est soumis ne doit donc être regardé que comme une première production, et nous ne lui attribuerions peut-être pas une valeur suffisante, si nous le jugions isolément. L'œuvre pourra plus tard être appréciée dans son ensemble.

Nous ajouterons que la Commission aurait désiré trouver quelques indi-

cations sur les observations récentes qui ont servi à l'établissement des tableaux météorologiques et sur la part de ce travail qui revient à l'auteur.

Eu égard aux considérations qui précèdent, la Commission réserve pour les Concours ultérieurs les droits que donne à M. Bernard le Mémoire qu'il a envoyé.

En résumé, la Commission propose de décerner deux prix :

L'un à M. **Cheysson**, Directeur des cartes, plans et archives au Ministère des Travaux publics, pour l'ensemble des publications qu'il dirige depuis plusieurs années, et notamment pour l'*Album de Statistique graphique*, qui paraît chaque année depuis 1879, ainsi que pour le *Bulletin mensuel*, qui en est aujourd'hui à sa troisième année, et dont le sixième Volume est en cours de publication ;

L'autre à M. le Dr **Maher**, ancien Directeur du service de la santé à Rochefort, pour l'ensemble de ses travaux, tant imprimés que manuscrits, relatifs à la Statistique médicale de cette importante station de notre marine militaire.

Des mentions honorables sont accordées, savoir :

A M. le Dr **Guiraud**, pour son *Etude des mouvements de population à Montauban*.

A M. le Dr **Mauriac**, pour ses *Travaux relatifs aux opérations de la Commission des logements insalubres de la ville de Bordeaux, de* 1876 *à* 1881 *inclusivement*, et pour d'autres travaux de Statistique, relatifs à la variole et à la rage.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Cahours, Debray; Friedel, rapporteur.)

M. **Armand Gautier** a débuté dans la Science, en 1867, par une découverte de premier ordre. Il a eu le bonheur et la sagacité nécessaire pour découvrir les *carbylamines*, classe de cyanures organiques isomériques avec les nitriles; il a donné l'interprétation théorique de cette isomérie remar-

quable et, grâce à sa persévérance et à son habileté, il a su écrire un chapitre presque entier de la Chimie des corps azotés.

Son activité ne s'est pas ralentie depuis, et, si les résultats qu'il a obtenus sont peut-être moins brillants que celui que nous venons de rappeler en peu de mots, jetant un jour nouveau sur des questions difficiles et complexes, il n'en mérite pas moins l'approbation de l'Académie. Nous ne citerons ici que ses Mémoires les plus importants par leur étendue et par la généralité des faits qu'ils font connaître.

M. Gautier a soumis à une étude approfondie les substances diverses confondues sous le nom de *catéchines* et qui sont répandues presque partout dans le règne végétal. Il a montré que ce sont des corps différents, formant une famille naturelle et que la potasse fondante décompose en un terme constant, la phloroglucine, en acides gras variables et en acide protocatéchique. Ce dernier paraît provenir du dédoublement d'une portion de la molécule ayant la structure de l'acide caféique ou de l'acide coumarique.

Les six catéchines qu'il a distinguées remplissent les fonctions d'aldéhydes-phénols. Elles sont extrêmement oxydables, et leur premier terme d'oxydation est un acide très astringent, précipitant la gélatine, un vrai tannin. En s'oxydant dans les plantes, ces corps paraissent fournir des tannins très variés, dont quelques-uns sont des matières colorantes. M. Gautier l'a montré pour la première fois pour une matière blanche cristalline retirée des vins et qui a les propriétés des catéchines; en s'oxydant à l'air, elle donne une belle couleur rose.

Au précédent travail se rattache d'une manière intime, celui que M. Gautier a poursuivi sur les matières colorantes des vins. Ces matières, qui sont fort voisines entre elles, constituent de véritables acides tanniques qui, traités par la potasse, se dédoublent en donnant de la phloroglucine et de l'acide caféique ou homocaféique, ou bien de la phloroglucine, des acides gras divers et de l'acide hydroprotocatéchique.

La constitution de ces substances les rapproche donc beaucoup des catéchines : ce sont des acides polyphénoliques, comme le tannin ordinaire.

C'est à M. Gautier qu'on doit la découverte des corps auxquels M. Selmi a donné le nom de *ptomaïnes,* alcaloïdes curieux provenant de la putréfaction ou fermentation bactérienne des matières albuminoïdes.

Ayant institué, avec la collaboration de M. Etard, des expériences en grand, il est parvenu à isoler ces alcaloïdes en quantité suffisante pour les étudier et a reconnu qu'ils appartiennent à la série des bases pyridiques et

hydropyridiques. MM. Gautier et Etard ont séparé entre autres une parvoline et une hydrocollidine.

Quelles que soient les matières mises en putréfaction, albumine, chair de poisson, viande, mollusques, on retombe toujours sur les mêmes substances. Avec elles, on trouve des corps cristallisables très analogues aux glucoprotéines de M. Schützenberger, et ayant avec les alcaloïdes ci-dessus des rapports très directs.

En même temps apparaissent, dans les liqueurs, de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, les acides de la série grasse homologues de l'acide acétique, en particulier l'acide butyrique; les acides de la série de l'acide lactique, surtout ce dernier lui-même; les acides de la série oxalique, parmi lesquels domine l'acide succinique; et enfin quelques acides amidés analogues à l'acide aspartique, qui peuvent fournir les précédents en perdant de l'ammoniaque, ou de l'ammoniaque et de l'acide carbonique.

Les transformations des matières albuminoïdes par la putréfaction se résument donc en une simple *hydratation*.

M. Gautier a fait voir, d'ailleurs, que les ptomaïnes ne se produisent pas seulement sous l'influence de la putréfaction, mais sont des produits constants de la vie normale des tissus. L'économie les élimine sans cesse et il les a retrouvées dans les urines, la salive, les venins.

L'auteur de cet ensemble de travaux remarquables, auxquels s'ajoutent encore plusieurs recherches de mécanique chimique appliquée à la vie, a paru, à l'unanimité de la Section de Chimie, bien digne du prix Jecker pour 1882.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Vulpian, Chatin, Larrey, Pasteur;
Gosselin, rapporteur.)

La Commission a distingué deux travaux relatifs à des instruments de Chirurgie, qui sont non pas des découvertes absolues, mais des perfectionnements utiles.

Le premier, qui est de M. le Dr **Reliquet**, est un brise-pierre pour la lithotritie. Ce brise-pierre, qui est fenêtré, est pourvu de dents plus longues, plus épaisses et plus obliquement inclinées, les unes par rapport aux autres, que cela n'avait lieu dans les instruments antérieurs de Civiale, Heurteloup, Robert et Colin et autres. Cet agencement permet de réduire la pierre en fragments très fins, et d'extraire ces derniers avec facilité, au moyen des injections faites immédiatement après la séance de lithotritie; et c'est parce que son brise-pierre lui permet de débarrasser promptement les malades et de répondre ainsi à l'intention de M. le Dr Bigelow, dans sa promulgation de la lithotritie en une seule séance, que M. Reliquet a pu, avec raison, donner le titre de *Lithotritie rapide* à l'Ouvrage qui nous rappelle cet instrument, imaginé par lui depuis quelques années, et les succès qu'il en a obtenus.

L'autre instrument est de M. le Dr **Vidal**, médecin de l'hôpital Saint-Louis. C'est un étroit bistouri, terminé par deux petites lames pour les scarifications multiples de la rebelle et disgracieuse maladie de la face qu'on désigne sous le nom de *lupus*. M. Vidal a modifié cette opération de deux façons : d'abord en limitant au degré nécessaire, au moyen de l'instrument dont il s'agit, la profondeur des petites incisions, ensuite en supprimant les cautérisations complémentaires que ses prédécesseurs avaient ajoutées aux scarifications. M. Vidal a, d'ailleurs, démontré publiquement, à l'hôpital Saint-Louis, que ses modifications étaient des plus utiles.

La Commission ne donne pas le prix Barbier; mais elle accorde un encouragement de *mille francs* à chacun des deux auteurs précédents, M. **Reliquet** et M. **Vidal**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem, Trécul, Chatin ;
Cosson rapporteur.)

Parmi les ouvrages soumis à la Commission pour le Concours du prix Desmazières, plusieurs offrent un véritable intérêt, en facilitant l'accès des études cryptogamiques, et révèlent de la part de leurs auteurs une persévérance et un dévouement à la science dignes des encouragements et de la haute bienveillance de l'Académie.

Les ouvrages et les publications rentrant dans les conditions du concours ont pour auteurs MM. **T. Husnot**, **E. Doassans** et **N. Patouillard**.

Dès 1868, M. **Husnot** a bien mérité de la Science par ses explorations botaniques aux Canaries et aux Antilles françaises (Martinique et Guadeloupe). Pendant un séjour de quatre mois aux Antilles, il s'est livré à la recherche des Glumacées et plus spécialement à celle des Fougères, des Lycopodiacées, des Mousses, des Hépatiques et des Lichens et a réuni les matériaux d'importants *exsiccata* de plantes de ces familles, dont les échantillons ont été déterminés par lui-même pour les Glumacées et pour les Fougères, par Schimper pour les Mousses, par Gottsche pour les Hépatiques, par M. Nylander pour les Lichens. Indépendamment de ces *exsiccata*, M. Husnot a fait paraître, en 1870, un *Catalogue des cryptogames recueillies aux Antilles françaises en* 1868 ; 1[re] partie : *Fougères et Lycopodiacées*, comprenant un essai sur la distribution géographique des espèces de ces deux familles dans les Antilles et l'énumération des deux cents espèces qu'il a observées, avec la mention des altitudes auxquelles elles croissent et celle de leurs stations et de leurs localités. L'énumération est suivie d'un tableau indiquant le nombre des espèces de chaque tribu aux diverses altitudes, et une planche schématique des reliefs donne la limite supérieure des principales espèces qui y sont inscrites. D'après ces tableaux, sur les 200 espèces énumérées, c'est dans la zone humide des forêts, vers 700^m, qu'existe le plus grand nombre de Fougères, 107, soit 54 pour 100, tandis que dans les zones inférieure et supérieure, relativement déboisées et sèches, le nombre en est très réduit (26 pour la partie littorale de la zone inférieure, 3 seulement pour le point culminant de la Soufrière, à 1480^m). L'intérêt que présentent les recherches cryptogamiques de M. Husnot aux Antilles et son travail sur les Filicinées de ces îles lui ont fait accorder, en 1871, sur le Rapport de notre regretté Confrère, mon illustre maître, M. Brongniart, comme encouragement, une somme de cinq cents francs à prélever sur la valeur du prix Desmazières.

L'*Enumération des Glumacées* recueillies dans le même voyage aux Antilles, rédigée en collaboration par MM. Husnot et A. Coutance, met en relief un fait intéressant de géographie botanique : sur les 118 Glumacées observées aux Antilles, 83 ne s'élèvent qu'à de faibles altitudes au-dessus du niveau de la mer, et vers 700^m, dans la zone forestière humide, où les Fougères sont représentées par 107 espèces, il n'en existe que 18 seulement.

Je n'ai pas à insister davantage sur les publications de M. Husnot concernant la flore des Antilles, ces publications ayant été l'objet du Rapport de

M. Brongniart, mais je dois appeler particulièrement l'attention de l'Académie sur celles de ce zélé botaniste qui ont pour objet les Muscinées de la France; ce sont :

1° Un *Catalogue des Mousses du Calvados*, brochure in-8° de 37 pages, donnant l'énumération des 269 espèces observées jusqu'ici dans le Calvados. L'auteur fait, et avec raison, remarquer que « ce chiffre est très considérable pour un département qui ne possède que des collines trop peu élevées pour modifier sensiblement la végétation; c'est presque la moitié des espèces françaises, plus du tiers des espèces européennes, environ la trentième partie des Mousses du monde entier ».

2° La *Flore analytique et descriptive des Mousses du Nord-Ouest* de la France (environs de Paris, Normandie, Bretagne, Anjou, Maine), un vol. in-12 (1873), avec quelques échantillons intercalés dans le texte et 2 planches, deuxième édition, un vol. in-8 et 4 planches (1882). Cet ouvrage a pour but, comme l'auteur le dit lui-même, de faciliter l'étude des Mousses, même aux personnes étrangères à la Cryptogamie et qui n'ont pas à leur disposition les grands ouvrages et les traités spéciaux dont les plantes de cette famille ont été l'objet. Dans un court résumé, l'auteur expose les notions les plus indispensables sur l'organographie des Mousses, pour l'intelligence des descriptions.

Des clefs analytiques, fondées sur les caractères les plus faciles à observer, conduisent à la détermination des genres et des espèces. Des descriptions brèves et comparatives complètent les données fournies par les tableaux analytiques et permettent de contrôler les déterminations auxquelles ils ont conduit. L'auteur donne encore un utile moyen de compléter l'étude des espèces en mentionnant pour chacune d'elles les magnifiques planches du *Bryologia europæa* de Schimper et en indiquant les numéros d'un ou plusieurs des *exsiccata* dans lesquels elle a été publiée.

Les explorations personnelles de M. Husnot n'ont compris qu'une faible partie de la région dont sa flore bryologique est l'objet, mais les communications de nombreux correspondants, les collections de de Brébisson pour la Normandie, celles de MM. Bescherelle et Roze pour les environs de Paris, celles des frères Crouan pour les environs de Brest, etc., l'ont mis à même de donner le tableau presque complet des espèces croissant dans la circonscription de la flore. Pour toutes les espèces qui ne sont pas généralement répandues, les localités où elles ont été observées sont énumérées dans leur ordre géographique et sont suivies des noms des botanistes

qui les ont constatées. L'ensemble de ces données, résumant l'état actuel des connaissances sur la végétation bryologique d'une région qui n'avait pas encore été l'objet de publications spéciales, donne à l'œuvre consciencieuse de M. Husnot un véritable intérêt au point de vue pratique.

3° *L'Hepaticologia Gallica, Flore analytique et descriptive des Hépatiques de France et de Belgique,* accompagnée de planches représentant chaque espèce de grandeur naturelle et ses principaux caractères grossis, une brochure in-12 (1875-1881), a été rédigée sur le même plan que la Flore des Mousses du Nord-Ouest.

Cette publication rend pour l'étude des Hépatiques les mêmes services que ceux réalisés par l'ouvrage précédent pour celle des Mousses. Les planches lithographiées, bien que leur exécution matérielle laisse un peu à désirer, aideront à la détermination des genres et des espèces.

4° *Catalogue analytique des Hépatiques du Nord-Ouest,* une brochure in-8, 1881 ; dans ce catalogue des Hépatiques observées dans le Nord-Ouest de la France, l'auteur a suivi la classification qu'il a adoptée dans son *Hepaticologia Gallica.*

5° Le *Sphagnologia Europœa, descriptions et figures des Sphaignes de l'Europe,* une brochure in-8°, 1882, avec 4 planches donnant le port et les détails analytiques grossis des dix-sept espèces européennes du genre *Sphagnum* admises par l'auteur. Cette publication, avec les précédentes, constitue l'ensemble des travaux descriptifs que M. Husnot a fait paraître sur le groupe des Muscinées. Elle résume, sous une forme pratique, l'état présent des connaissances, et elle sera un guide utile pour aborder l'étude des espèces d'un genre où les types spécifiques sont difficiles à délimiter et basés sur des caractères d'une observation délicate.

6° Indépendamment de ses ouvrages descriptifs consacrés aux Muscinées, M. Husnot a publié d'importantes collections d'échantillons desséchés de plantes de ce groupe. Ses *Musci Galliœ,* dont il a paru 13 fascicules, renferment 450 espèces. Les cinq premiers fascicules de ses *Hepaticœ Galliœ* en contiennent 125. Son *Genera Muscorum Europœarum exsiccata* se compose d'un fascicule contenant 107 Mousses appartenant à 104 genres différents. Les plantes de ces *exsiccata* sont déterminées avec soin, les échantillons en sont bien choisis et toujours suffisants ; ils sont accompagnés d'étiquettes imprimées, munies de numéros d'ordre qui en rendent la citation facile et fournissent ainsi de précieux éléments de comparaison.

Ces collections, pour l'exécution desquelles M. Husnot a provoqué le concours de la plupart des bryologues français, ont paru à votre Commission lui constituer un titre sérieux au prix Desmazières, dont le fondateur a mérité surtout l'estime et la reconnaissance du monde savant par les services qu'a rendus aux études cryptogamiques la publication d'un *exsiccata* qui renferme la plus riche réunion de types devenus classiques.

7° Depuis 1874, M. Husnot a fait paraître chaque année des fascicules d'une *Revue bryologique*, à laquelle la plupart des botanistes qui s'occupent de l'étude des Muscinées ont donné leur concours. Ce recueil atteint le but que s'est proposé l'auteur en faisant connaître aux botanistes les publications, les découvertes et les nouvelles qui peuvent leur être utiles pour leurs recherches ou les guider dans leurs études sur le groupe des Muscinées.

M. **Husnot**, depuis les premiers travaux et les voyages qui l'ont fait connaître avantageusement des botanistes, n'a jamais cessé, bien que son éloignement des grands centres scientifiques fût un sérieux obstacle, de se consacrer à des recherches et à des publications pouvant contribuer aux progrès de la science et surtout à sa vulgarisation. Aussi la Commission, en lui décernant le prix Desmazières, n'a pas eu en vue spécialement une de ses publications, mais a voulu récompenser le travail consciencieux et persévérant d'un botaniste qui fait tous ses efforts pour aplanir aux autres les difficultés qu'il a eu lui-même à surmonter et pour leur rendre accessibles des études qui, sans des publications pratiques, ne pourraient être que le privilège de quelques monographes.

MM. **E. Doassans** et **N. Patouillard**, anciens préparateurs de Botanique au Muséum d'Histoire naturelle, ont commencé (1882), sous le titre de : *Les Champignons figurés et desséchés*, une publication qui, lorsqu'elle comprendra un plus grand nombre d'espèces, est appelée à rendre de véritables services aux études mycologiques.

La première livraison de la publication de MM. Doassans et Patouillard, mise sous les yeux de la Commission, se compose de deux parties : l'une contient 50 planches coloriées représentant chacune une espèce dessinée avec soin sur le vivant, ainsi que les caractères anatomiques essentiels qui la distinguent; l'autre formée d'échantillons des mêmes espèces desséchés avec soin et accompagnés d'étiquettes numérotées donnant une synonymie détaillée, l'habitat de la plante et la localité à laquelle elle a été recueillie.

La Commission, appréciant l'intérêt scientifique de la publication inaugurée par MM. **Doassans** et **Patouillard**, l'a jugée digne d'être signalée à l'Académie.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

AGRICULTURE.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Pasteur, Paul Bert, Vulpian, Gosselin; Bouley, rapporteur.)

« *De l'inoculation comme moyen prophylactique des maladies contagieuses des animaux domestiques.* »

Une ère nouvelle s'est ouverte pour la Médecine le jour où, dans le laboratoire de la rue d'Ulm, le virus de l'une des maladies les plus contagieuses qui soient au monde, et des plus meurtrières pour l'espèce à laquelle elle s'attaque, fut destitué de son activité mortelle et réduit à ne donner plus lieu, par son inoculation, qu'à une fièvre toute bénigne et tout éphémère, à la suite de laquelle, cependant, les animaux qui l'avaient subie se sont trouvés revêtus d'une immunité complète contre les atteintes de la maladie mortelle.

Dès ce jour, on put concevoir l'espérance qu'une nouvelle et grande méthode de prophylaxie venait d'être créée et que, grâce à elle, la Médecine pourrait être armée d'une ressource plus puissante encore et plus étendue que celle dont la grande découverte de Jenner l'avait dotée à la fin du siècle dernier.

De fait, ce qui n'était alors qu'une espérance a commencé déjà d'être une réalité dans la médecine des animaux. Déjà, pour trois autres maladies des plus désastreuses dont nos animaux domestiques peuvent être frappés : la fièvre charbonneuse, le charbon symptomatique et le rouget du porc, la Médecine, qui presque toujours était impuissante à les guérir, se trouve armée aujourd'hui de la grande ressource de l'inoculation préventive avec leur virus atténué.

Jamais rien de pareil ne s'était vu dans la longue série des siècles écou-

lés depuis les commencements de la Médecine. La découverte de Jenner demeure avec sa grandeur et sa fécondité; mais elle n'a pas servi de base à une méthode; ou, du moins, depuis cent ans bientôt que Jenner a fait son observation de génie, l'occasion ne s'est plus trouvée de transmettre l'heureux privilège de l'immunité contre une maladie redoutable, par l'inoculation d'une maladie bénigne, ayant avec la première de grands caractères analogiques, mais ne lui étant pas identique.

Ce qui donne à la méthode nouvelle son caractère distinctif et tout à fait original, c'est que, par les modifications qu'elle sait imprimer à l'agent lui-même de la virulence mortelle, elle réussit à le transformer en agent d'une immunité bienfaisante.

Lorsque M. Pasteur fit connaître, pour la première fois, par les *Comptes rendus*, un pareil résultat, si inattendu et si plein d'espérances, sans indiquer encore par quelle voie il était arrivé à le découvrir, un jeune expérimentateur, professeur à l'École vétérinaire deToulouse, M. Toussaint, en comprit immédiatement toute la portée; et, s'inspirant de l'idée nouvelle, il conçut le dessein d'en faire l'application au virus du charbon bactéridien, c'est-à-dire de trouver le moyen de l'atténuer, comme M. Pasteur avait fait de celui du choléra des oiseaux de basse-cour, et de lui faire remplir l'office d'un virus préservateur.

La voie suivie par M. Pasteur et ses collaborateurs n'étant pas encore connue, M. Toussaint chercha la sienne et, de tâtonnements en tâtonnements, il arriva à la constatation d'un fait d'une grande importance, qui peut servir de base à une méthode générale d'atténuation du virus, à savoir que, par l'application de la chaleur, on peut réussir à diminuer l'énergie du virus du charbon jusqu'au point de le rendre compatible avec la conservation de la vie des animaux inoculés et d'en faire un agent efficace de l'immunité contre sa propre action, quand il est en possession de toute sa puissanee.

Ce procédé d'atténuation, soumis aux épreuves de la pratique, s'est montré efficace, et M. Pasteur, après l'avoir contrôlé, est venu porter témoignage devant l'Académie de la réalité de la découverte de M. Toussaint. Mais il est vrai de dire que le liquide vaccinal obtenu par l'emploi de la chaleur n'a pas une fixité de propriétés qui en permette l'application avec une complète sûreté. La bactéridie chauffée n'est pas, en effet, comme celle qui est atténuée par la culture, une bactéridie dégénérée qui est susceptible de faire souche de bactéridies dégénérées comme elle. L'action de la chaleur peut ne produire qu'un affaiblissement provisoire, et il est possible

que la bactéridie qui l'a subie se ranime dans l'organisme où elle a été ensemencée et manifeste son activité récupérée par une infection charbonneuse généralisée.

Malgré tout, cependant, la méthode de M. Toussaint présente cet avantage qu'elle peut permettre de faire l'application de l'idée si féconde de l'atténuation des virus, sans attendre que l'élément constitutif d'une virulence ait été trouvé. Il est clair, en effet, que, quand bien même on ne saurait pas que la virulence charbonneuse dépend de l'activité du microbe bactéridie, on n'en réussirait pas moins, par l'action de la chaleur appliquée au sang charbonneux, à produire en lui la modification qui réduit son activité virulente et peut, en le rendant inoculable sans danger pour la vie, lui faire remplir l'office d'un vaccin.

La chaleur s'étant montrée efficace à réduire l'énergie du virus charbonneux, l'indication se trouve ainsi donnée d'en faire l'essai pour toutes les maladies contagieuses, telles que la peste bovine, la péripneumonie du gros bétail, la clavelée du mouton, dont l'élément de la virulence, non encore rigoureusement déterminé, n'a pas encore pu être soumis à la méthode bien plus sûre et plus parfaite d'atténuation par la culture; et tout autorise à espérer qu'on pourra réussir, par l'expérimentation, à déterminer, comme l'a fait M. Toussaint pour le charbon, le degré de température auquel il faudrait élever les liquides virulents de chaque maladie pour les doter de propriétés vaccinales.

L'application possible de cette méthode aux maladies à virus encore inconnus aurait donc cet avantage de permettre, dès maintenant, une application généralisée de la grande découverte qu'a faite M. Pasteur de la transformation possible des virus en vaccins, et de faire bénéficier la pratique des bienfaits de l'inoculation préventive, appliquée à ces maladies.

La Commission du prix Vaillant a pensé que de pareils résultats étaient dignes des encouragements de l'Académie, et elle lui propose d'accorder le prix fondé par M. le maréchal Vaillant à M. **Toussaint** pour son Mémoire sur *l'inoculation comme moyen prophylactique contre le charbon*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Alph. Milne-Edwards, Blanchard, de Quatrefages; H.-Milne Edwards, rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet de ce prix la question suivante :

« *Etude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la* » *France.* »

Aucun Mémoire n'ayant été déposé au Secrétariat, la Commission a décidé qu'il y avait lieu de proroger le Concours à l'année 1884 (*voir* p. 960).

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, Alph. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers; H.-Milne Edwards, rapporteur.)

La Commission chargée de juger le Concours pour le prix Savigny déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner cette récompense pour l'année 1882.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, Robin, Chatin, de Lacaze-Duthiers; Emile Blanchard, rapporteur.)

Un Ouvrage a été particulièrement distingué : la *Monographie des Tenthrédides*, Insectes connus sous le nom vulgaire de *Mouches à scie*, première partie d'un *Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie*, par M. **Ed. André.**

Tandis que les Coléoptères et les Lépidoptères demeurent l'objet de constantes préoccupations, les autres ordres de la classe des Insectes, d'une importance au moins aussi considérable, sont presque délaissés. A l'égard des Hyménoptères on a eu trop souvent l'occasion de regretter l'absence de notions précises sur l'ensemble des espèces indigènes de la plupart des groupes.

M. Ed. André veut accomplir la tâche qui a paru excessive aux entomologistes spéciaux, mais l'exécution d'un tel travail demande une longue suite d'années.

Aujourd'hui, nous n'avons à compter qu'avec la première partie, Ouvrage complet il est vrai, sur les Hyménoptères de la famille des Tenthrédides.

L'auteur a tracé d'une manière comparative la description des espèces sous leurs formes de larves et d'adultes. Une étude des conditions de la vie des Tenthrédides pendant le premier âge est du plus réel intérêt. Une constatation des dégâts que commettent plusieurs de ces Insectes sur certains végétaux peut être d'une véritable utilité. Des figures très satisfaisantes mettent en évidence les caractères des types et donnent l'idée exacte de la physionomie des larves. En un mot, il y a des observations neuves et un ensemble de faits bien étudiés.

Le prix Thore, pour l'année 1882, sera décerné à M. **Ed. André.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. H.-Milne Edwards, Vulpian, Blanchard, Marey, de Lacaze-Duthiers; Robin, rapporteur).

L'Académie est appelée, pour la première fois, à décerner le prix institué par M. da Gama Machado. Ce prix a été fondé pour récompenser, de trois années en trois années, le meilleur travail présenté à l'Académie *Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux* ou *Sur la matière fécondante des êtres vivants*.

A première vue, le sujet à traiter semble restreint. Il n'en est pourtant point ainsi, lorsqu'on songe aux données nouvelles que peut acquérir la Science aujourd'hui en appelant à son aide l'Embryogénie. Déjà, depuis quelques années, la Physiologie et la Zoologie ont commencé à s'enrichir de précieux renseignements sur la génération des éléments qui jouent le rôle essentiel dans la fécondation de l'ovule. Il en sera de même dès que les explorateurs fixeront leur attention sur le mode de production des parties si diversement et si remarquablement colorées des animaux, tant invertébrés que vertébrés.

Dès qu'on aborde l'étude du sujet envisagé sous ce point de vue, on voit qu'il prend une extension et une importance que nul physiologiste ne peut méconnaître. Elle est manifestement plus grande lorsqu'on ne fait que com-

parer entre eux les individus adultes de chaque espèce et de chaque variété sauvage ou domestique. Rien de plus saisissant que la manière dont l'étude du développement embryogénique des épidermes, des poils, des plumes, etc., et de leurs pigments vient éclairer ce sujet, encore simplement ébauché sous bien des rapports et presque inépuisable.

Ce n'est pas encore cet utile côté de la question de prix que votre Commission a été appelée à examiner. Un seul concurrent s'est présenté, mais avec un important Mémoire sur un sujet dont les physiologistes se préoccupent davantage aujourd'hui. M. Herrmann, chargé de Cours à la Faculté de Médecine de Lille, a soumis, en effet, à notre examen des recherches sur les modifications de l'appareil mâle des poissons cartilagineux et spécialement la détermination exacte du mode d'apparition et de développement des spermatozoïdes sur ces Vertébrés [1].

Votre rapporteur ne saurait indiquer le nombre des particularités physiologiques observées, décrites et figurées par l'auteur. Portant l'empreinte des progrès faits depuis vingt années à l'aide des moyens nouveaux mis à la disposition des anatomistes, ces recherches ajoutent nombre de notions précieuses à celles qui avaient déjà été signalées en 1840 par Lallemand et l'un de vos commissaires, puis par Semper et autres.

M. Herrmann est parvenu à faire connaître avec une grande netteté comment apparaissent et se développent successivement les trois parties essentielles des filaments fécondateurs de ces poissons, savoir : 1° le segment antérieur ou céphalique avec son élégante spirale; 2° le segment moyen rigide, rectiligne; 3° enfin le segment ou filament caudal, long flagellum ondulatoire.

Les complications de ces phénomènes évolutifs, résultant des dispositions structurales des corpuscules précédentes, sont fort grandes. M. Herrmann a montré que, malgré cela, on constate qu'en fait l'évolution de ces unités organiques s'accomplit ici suivant le même mécanisme physiologique que celle de leurs homologues dans les autres Vertébrés. Là aussi d'autres auteurs en ont déjà décrit les phases, tels que d'abord Lavalette Saint-Georges, A. von Brunn, etc.

Parmi des particularités s'ajoutant à bien d'autres, notons encore celle que signale M. Herrmann sur les ressemblances qui existent entre les formes

---

(1) Herrmann : *Recherches sur la spermatogénèse chez les Sélaciens* (*Comptes rendus*, novembre 1881, p. 858; *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*; Paris, 1882, p. 373, avec planches).

des filaments fécondateurs pleinement développés des Batraciens, des Oiseaux et des Mammifères et certaines des conformations qui se montrent comme transitoires sur les Sélaciens.

Le travail de M. Herrmann contient de plus des recherches sur les éléments des organes reproducteurs mâles des poissons osseux et même des Crustacés édriophthalmes; mais ce n'est point ici le lieu d'analyser des observations dont plusieurs sont déjà mentionnées dans les *Comptes rendus* de nos séances.

Terminons ces indications en disant que votre Commission a trouvé que ces recherches remplissaient, autant qu'il est possible de le souhaiter, les conditions posées par le fondateur de ce prix; que de plus ce travail se distingue par l'exactitude et la netteté des descriptions; que l'auteur enfin, guidé par un rigoureux esprit de méthode, a su simplifier la nomenclature des phases évolutives passées en revue qui, d'après d'autres descriptions, sembleraient être plus compliquées encore qu'elles ne le sont réellement.

Prenant en considération les faits nouveaux contenus dans cet ensemble d'observations; reconnaissant aussi que ces dernières ne pouvaient être bien exposées que par un auteur possédant des connaissances précises sur ce sujet difficile, votre Commission se croit autorisée à décerner à M. **Herrmann** le prix da Gama Machado pour 1882.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Marey, Bouley, Ch. Robin, baron Larrey, H. Milne-Edwards, Pasteur; Paul Bert, rapporteur).

PRIX.

Votre Commission s'est trouvée tout d'abord unanime pour attribuer un prix de *deux mille cinq cents francs* à M. le D[r] **F.-C. Maillot**, ancien président du Conseil de santé des Armées, pour ses admirables travaux sur les fièvres continues des pays chauds et marécageux.

C'est en 1836 que M. Maillot publia, sous le titre, qui indique bien l'école médicale alors dominante, de *Traité des fièvres ou irritations cérébro-*

spinales intermittentes, l'Ouvrage qui devait amener une véritable révolution dans la Thérapeutique et diminuer dans une énorme proportion le tribut que notre armée et nos colons d'Algérie payaient chaque année à la mort.

Les fièvres paludéennes des pays chauds prennent très souvent des aspects étranges, où le type intermittent disparaît plus ou moins complètement, ce qui avait fait méconnaître leur nature à tous les praticiens. Or, c'est sous ces formes aberrantes qu'elles présentent le plus de danger. Sous l'influence de l'école dite, bien à tort, *physiologique*, on les traitait par des évacuations sanguines, par des sangsues, des calmants, et elles décimaient nos soldats. « Nous étions en train, dit le Dr Hutin, membre du Conseil de santé des Armées, de dépeupler les casernes et la colonie naissante, en inondant nos amphithéâtres. »

M. Maillot reconnut avec une sagacité remarquable la véritable cause de la maladie. « Il démêla, ce sont ses propres expressions, le processus par lequel des accès, simples d'abord, se compliquent, se prolongent, s'enchevêtrent les uns dans les autres, puis passent de la rémittence à la continuité, continuité spéciale, particulière, qui m'a fait donner à ces fièvres le nom de *pseudo-continues*. » Et alors, rompant hardiment avec la thérapeutique universellement adoptée, il employa d'emblée le sulfate de quinine à haute dose.

Les résultats furent merveilleux. A l'hôpital de Bône, dont le jeune médecin avait la direction, la mortalité tomba de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{20}$; l'introduction du sulfate de quinine diminua de 1437 la mortalité de la première année, le nombre des malades ayant cependant augmenté de 800; et les soldats demandaient tous à aller à Bône « où l'on ne mourait pas ».

Au point de vue théorique, la découverte du Dr Maillot porta un coup terrible à la doctrine de Broussais; celui-ci le sentit, et le novateur eut à lutter à la fois contre la polémique ardente du maître et contre ses élèves, dont beaucoup étaient des plus haut placés.

Mais l'évidence du succès entraîna rapidement les convictions. La méthode de Maillot se généralisa. Grâce à elle, on vit disparaître ces épidémies terribles dont avait tant souffert notre armée en Morée et pendant les premières campagnes d'Afrique. La possibilité de l'occupation militaire et de la colonisation, dont les hygiénistes doutaient, ne fut plus discutée : la Mitidja cessa d'être le *tombeau des chrétiens*.

Il n'est donc pas étonnant que les grandes villes d'Algérie aient rendu à M. Maillot les hommages réservés d'ordinaire aux morts, et que le gouvernement ait donné son nom à un village « pour perpétuer le souvenir des services qu'il a rendus à la colonisation ».

Le prix que nous vous proposons de lui décerner ne sera pas le moindre de ces honneurs, ni celui auquel ce vénérable savant sera le moins sensible.

Une opinion populaire considère la phtisie comme éminemment contagieuse, et l'on va, dans certaines contrées, jusqu'à brûler les linges qui ont servi aux poitrinaires pendant les derniers jours de leur vie. Beaucoup de praticiens partagent cette opinion, tout en restreignant à une cohabitation prolongée les conditions de communication possible de la redoutable maladie. Mais, malgré d'importants travaux, la preuve de la contagiosité n'a pu être faite par la méthode de l'observation clinique.

En 1865, un médecin français, M. Villemin, fit appel à l'expérimentation. Des lapins auxquels il avait inoculé des produits pathologiques pris sur des hommes phtisiques périrent en présentant un aspect tuberculeux des poumons et d'autres organes. Ces expériences ont été répétées et variées par un très grand nombre de savants; on a inoculé non seulement les matières tuberculeuses, mais le lait, le sang, le suc musculaire, les sécrétions et les sérosités normales ou pathologiques; on a fait ingérer aux animaux des produits tuberculeux; on leur a fait respirer de l'air chargé de particules tuberculeuses en suspension, etc.

Les résultats obtenus ont été l'objet d'interprétations contradictoires; et, bien qu'aux yeux de la plupart des médecins la démonstration fût faite, il était utile, peut-être nécessaire, de la corroborer par des recherches nouvelles.

Ni les inoculations des liquides de culture faites par M. Toussaint, ni la découverte récente d'un microbe spécial habitant les lésions pulmonaires des phtisiques, cultivable et inoculable, n'enlevaient leur intérêt à cet ordre d'expériences. D'ailleurs, les travaux dont nous allons vous rendre compte ont été entrepris avant ces dernières recherches.

Les inoculations pratiquées par M. Villemin et ses successeurs ont presque toujours été faites en transportant la matière suspecte sur un animal très éloigné de l'espèce humaine; de là le double inconvénient d'offrir à la substance pathogénique un terrain de développement autre que celui où elle vivait antérieurement, et de donner naissance à des lésions notablement différentes de celles que les cliniciens ont coutume d'observer sur l'homme.

MM. **Dieulafoy** et **Krishaber**, dans le Mémoire intitulé *De l'inoculation du tubercule sur le singe*, ont évité cette double difficulté en mettant en expérience des singes, et en employant pour l'inoculation des produits tuber-

culeux empruntés souvent à des animaux de même espèce. Des recherches préliminaires avaient montré aux auteurs que, contrairement à une opinion assez répandue, dans une ménagerie bien tenue les singes succombent seulement dans une faible proportion à la tuberculose.

14 singes ont été ainsi opérés : 12 sont morts tuberculeux, de trente-quatre à deux cent dix-huit jours après l'inoculation; 2 sont restés indemnes, et l'un d'eux s'est montré réfractaire à des tentatives trois fois répétées.

Ces animaux vivaient dans une vaste cage au milieu d'assez bonnes conditions hygiéniques; on les gardait en observation pendant plusieurs semaines avant de les opérer, afin de s'assurer de leur bon état de santé. Les contre-expériences furent nombreuses.

Tout d'abord, 24 autres singes vivaient en compagnie des singes inoculés, dans les mêmes conditions générales ; de ces animaux *témoins*, 5 seulement moururent tuberculeux. Ainsi, pour les inoculés, mortalité de 86 pour 100; pour les autres, mortalité de 21 pour 100.

10 autres singes reçurent sous la peau du pus provenant d'un phlegmon traumatique pris sur une femme non tuberculeuse. Un an après, 5 de ces animaux étaient en bonne santé, les 4 autres étaient morts d'accidents divers; 1 seul était tuberculeux : mortalité, 10 pour 100. Il faut faire remarquer que ces 10 singes avaient été gardés à part, tandis que les 24 dont il vient d'être question vivaient en promiscuité avec les 14 animaux contaminés.

L'influence de la cohabitation avec les phtisiques se montre donc aussi manifestement que les effets de l'inoculation. En voici d'autres preuves :

Un petit macaque vivait depuis deux ans, seul, en liberté chez un des expérimentateurs. La singerie installée et les inoculations faites, l'animal fut réuni aux autres. Là, un gros singe inoculé le prit en affection, le tenant constamment entre ses bras; tous deux moururent à neuf jours d'intervalle, les organes envahis par la tuberculose.

Enfin, ces expériences terminées, la pièce où elles furent faites fut nettoyée et désinfectée. Depuis ce temps, c'est-à-dire depuis quinze mois, 27 singes l'ont habitée et pas un n'est mort tuberculeux.

L'Académie nous pardonnera d'être entré dans tant de détails. La gravité du problème enfin résolu est notre excuse. Les expériences de MM. Dieulafoy et Krishaber ont nettement prouvé que la phtisie pulmonaire est transmissible et par inoculation et par cohabitation. Les hygiénistes et les médecins auront à tirer de cette démonstration telles consé-

quences que de droit. Vous penserez sans doute qu'elle mérite bien le prix de *deux mille cinq cents francs* que nous lui accordons.

Nous donnons un autre prix de même valeur à M. G. **Hayem**, qui a soumis à notre jugement un livre intitulé : *Leçons sur les modifications du sang sous l'influence des agents médicamentaux et des pratiques thérapeutiques*.

Ces leçons, professées en 1881 dans la chaire de Thérapeutique de la Faculté de Médecine de Paris, portent spécialement sur les émissions sanguines, la transfusion du sang, l'emploi thérapeutique du fer.

L'auteur énumère d'abord les faits connus, discute les théories émises, contrôle expérimentalement les résultats annoncés; puis, il joint à cette partie critique de son œuvre des expériences personnelles dont l'importance justifie notre proposition.

C'est ainsi que M. Hayem propose, pour la détermination de la masse du sang d'un animal, deux procédés nouveaux. L'un appartient à la *méthode directe*, plus sûre, mais qui nécessite la mort de l'animal en expérience; l'autre à la *méthode indirecte*, qui s'emploie sur l'animal vivant. Il a également perfectionné les procédés de dosage de l'hémoglobine dans le sang.

D'autres recherches personnelles se lisent à presque tous les Chapitres du Livre que nous analysons. Les plus importantes, à coup sûr, ont trait à l'origine des globules sanguins et à la réparation du sang à la suite des hémorrhagies.

Après avoir critiqué et combattu énergiquement la théorie qui fait jouer à la moelle des os un rôle considérable dans la production et dans la destruction des globules rouges, et qui fait naître ceux-ci des globules blancs, devenant globules rouges à noyau, puis globules rouges adultes, M. Hayem expose une théorie personnelle qu'il a déduite de nombreuses expériences et investigations micrographiques.

Pour lui, les globules rouges des hématies dérivent d'éléments de même forme, mais d'un diamètre environ moitié moindre, auxquels il donne le nom d'*hématoblastes*. Ceux-ci apparaissent en grand nombre après les hémorrhagies, puis ils diminuent et se transforment en hématies à mesure que se fait la réparation sanguine.

Sans prendre parti dans cette question délicate, votre Commission estime que les recherches de M. **Hayem** sur le sang ont fait avancer nos connaissances sur ce sujet important et méritent l'honneur d'une haute récompense académique.

MENTIONS.

Claude Bernard a démontré que la matière rouge du sang peut contracter avec l'oxyde de carbone une combinaison fixe, qui la rend incapable d'absorber l'oxygène de l'air. MM. **Gréhant** et **Quinquaud** ont eu l'idée d'utiliser cette propriété pour la mesure de la quantité de sang sur l'animal vivant.

Leur procédé est un cas particulier de la méthode dite *indirecte*, qu'on pourrait appeler *méthode des mélanges*. Celle-ci consiste, comme on sait, à injecter dans le système circulatoire une certaine quantité d'une substance facile à reconnaître dans le sang, puis, après un temps qui est supposé nécessaire et suffisant pour que le mélange soit complet, à faire une saignée, et à rechercher quelle quantité de la substance injectée existe dans le liquide dont on a mesuré le volume. Une simple proportion donne alors le volume total du sang.

La principale objection faite à cette méthode se base sur l'élimination qui se fait très rapidement, surtout par le rein, d'une partie de la substance injectée. On ne peut pas l'opposer au procédé de MM. Gréhant et Quinquaud, car la combinaison de l'oxyde de carbone et de l'hémoglobine ne se détruit qu'à la longue et ne s'élimine pas.

Ces physiologistes font respirer à l'animal un air artificiel auquel ils ont mélangé une quantité connue d'oxyde de carbone, que l'expérience leur a démontrée ne pas être mortelle.

Avant et après cet empoisonnement partiel, ils prélèvent un échantillon de sang et voient combien ce sang est capable d'absorber d'oxygène quand on l'agite avec l'air. La différence en moins obtenue dans la seconde saignée correspond à l'hémoglobine qui s'est unie à l'oxyde de carbone. Comme celui-ci, ainsi que l'avait démontré Claude Bernard, se combine avec la matière rouge en même volume que l'oxygène, on voit que la différence des volumes d'oxygène absorbé représente le volume d'oxyde de carbone combiné dans l'échantillon de sang prélevé. De cette notion et de celle du volume total de l'oxyde de carbone absorbé, rien de plus simple que de conclure la masse du sang.

Le Mémoire que nous analysons contient les détails des précautions à prendre et la critique des procédés analytiques. Il donne les résultats de neuf expériences faites sur des chiens, résultats assez concordants, puisque le poids du sang n'a varié que de, $\frac{1}{11}$ à $\frac{1}{14}$ du poids total du corps.

Ce procédé semble fort exact et paraît n'avoir d'autre inconvénient que

sa délicatesse. Mais, entre des mains exercées, il rendra certainement les plus grands services. Les auteurs indiquent tout un plan d'expériences et se proposent de l'appliquer dans une grande quantité de circonstances intéressantes pour la Physiologie et la Pathologie.

Nous accordons en conséquence une mention de *quinze cents francs* à MM. **Gréhand** et **Quinquaud**.

Les travaux de M. **F. Giraud-Teulon**, également intéressants pour le physicien, le physiologiste et le médecin, sont bien connus de l'Académie. La plupart d'entre eux sont réunis dans un Volume intitulé : *La Vision et ses anomalies*, que leur auteur a soumis à votre appréciation.

En reproduisant ses anciennes recherches, M. Giraud-Teulon y a introduit les résultats nouveaux acquis par sa longue expérience et empruntés aux progrès généraux de la Science.

Il a fait ainsi un livre original en même temps qu'un Ouvrage d'érudition, et ce *Cours théorique et pratique* est appelé à rendre les plus grands services aux élèves comme aux savants.

Votre Commission lui attribue une mention de *quinze cents francs*.

Le livre de M. **P. Mégnin**, intitulé : *Les parasites et les maladies parasitaires chez l'homme, les animaux domestiques et les animaux sauvages avec lesquels ils peuvent être en contact*, est particulièrement consacré aux Parasites articulés : Insectes, Arachnides et Crustacés.

Il contient une histoire complète et détaillée de chacun des animaux de cette catégorie, sa description, ses mœurs, ses métamorphoses, les lésions qu'il occasionne, les traitements qui peuvent le détruire. Un très grand nombre d'observations personnelles et de figures dessinées par l'auteur donnent à ce travail considérable un caractère original qui nous a déterminés à le récompenser par une mention de *quinze cents francs*.

CITATIONS HONORABLES.

Parmi les autres travaux, très nombreux, qui ont été soumis à son examen pour le prix de Médecine et Chirurgie, votre Commission a distingué les suivants, auxquels elle accorde des citations :

M. **A. Borius**, médecin de 1re classe de la Marine, pour son livre sur les *Maladies du Sénégal*.

M. **Cadiat**, agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, pour son *Traité d'Anatomie générale appliquée à la Médecine*.

MM. L. Dubar et Ch. Rémy pour leur travail sur l'*Absorption par le péritoine*.

M. H. Fournié, médecin-major, pour son travail du plus haut intérêt pratique : *Des premiers secours aux blessés sur les champs de bataille*.

M. E. Gavoy, médecin-major, pour son *Atlas d'Anatomie topographique du cerveau et des localisations cérébrales*.

M. H. Leloir, interne des hôpitaux de Paris, pour ses intéressantes recherches relatives à la *structure de diverses affections cutanées et à l'influence du système nerveux sur leur production*.

Les conclusions de ce Rapport sont successivement adoptées par l'Académie.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. J. Cloquet, Sédillot, Gosselin, Vulpian, Marey; Paul Bert, rapporteur.)

La Section de Médecine a reconnu, cette année encore, qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Bréant pour 1882, aucun des Mémoires qui ont été présentés n'indiquant les causes et le remède du choléra asiatique. Mais elle pense répondre aux intentions du généreux testateur en allouant, à titre de prix, les intérêts de la somme par lui léguée, soit *cinq mille francs*, au Mémoire présenté par MM. Arloing, Cornevin et Thomas, intitulé : *De l'inoculation comme moyen prophylactique du charbon symptomatique*.

Le *charbon symptomatique* avait été, jusqu'à ces derniers temps, malgré les observations cliniques très sagaces de M. Boulet-Josse, confondu avec le charbon proprement dit, produit, comme l'ont démontré MM. Davaine et Pasteur, par le développement de la bactéridie, du *Bacillus anthracis*.

On considérait les tumeurs qui le caractérisent comme un épiphénomène, une sorte de manifestation extérieure « critique », disait-on, du *sang de rate* ou fièvre charbonneuse.

Or, MM. Arloing, Cornevin et Thomas ont nettement prouvé que le charbon symptomatique est une maladie spécifique distincte du sang de rate.

Ces maladies diffèrent l'une de l'autre :

1° Par les caractères objectifs et physiologiques de leur microbe, agent de la virulence;

2° Par le nombre des espèces animales douées de réceptivité pour leur microbe;

3° Par les lésions primitives ou secondaires que produit leur inoculation dans le tissu conjonctif.

De plus, les animaux pourvus de l'immunité pour le sang de rate restent aptes à contracter le charbon symptomatique et réciproquement; enfin les deux affections peuvent coexister sur le même sujet.

Une expérience fondamentale démontre que le microbe se multiplie dans le sang, et qu'il devient surtout dangereux quand il franchit la barrière formée par l'endothélium des vaisseaux. En rompant la continuité du système vasculaire chez un animal fébricitant à la suite d'une injection intra-vasculaire du virus, on détermine *in loco* une tumeur charbonneuse mortelle.

MM. Arloing, Cornevin et Thomas ont constaté qu'il est possible de produire artificiellement un *charbon symptomatique complet, avec tumeurs*, toujours mortel, et un *charbon symptomatique avorté*, curable, se bornant à des phénomènes généraux passagers.

Dans ce dernier cas, ils ont toujours observé que la maladie ne récidive pas. Si l'on soumet les animaux, après leur guérison, à des inoculations qui normalement donneraient une maladie mortelle, ces animaux résistent, sans exception, à des épreuves successives.

Il y a donc là, comme on dit d'ordinaire, une sorte de *vaccination* par atténuation du virus. Cette atténuation a été obtenue par cinq procédés différents, ce qui prouve l'exactitude d'une formule donnée il y a déjà quelques années : « Toutes les fois qu'on met un virus dans de mauvaises conditions de développement, on en fait son propre vaccin. »

Ces cinq procédés sont :

1° Inoculation d'une très petite quantité de microbes intacts dans le tissu conjonctif;

2° Inoculation d'une quantité assez forte de microbes intacts dans les bronches ;

3° Inoculation d'une petite quantité de microbes dans les veines ;

4° Inoculation dans le tissu conjonctif de microbes atténués par la culture ;

5° Inoculation dans le tissu conjonctif de microbes atténués par l'action de la chaleur.

Voilà, par conséquent, cinq moyens pour conférer l'immunité.

Dès le début de leurs tentatives de vaccination, l'injection intra-veineuse a paru aux auteurs constituer un procédé sûr, efficace; aussi a-t-elle été mise en pratique sur une large échelle.

Des centaines d'animaux ont été, en France et en Algérie, inoculés par ce procédé. Leur santé et leur développement n'en ont pas ressenti le moindre contre-coup.

Quant aux résultats de cette méthode de vaccination, ils ont été heureusement mis en évidence par la grande expérience publique de Chaumont (1881) et ils s'affirment chaque jour davantage.

Le charbon n'a plus reparu à la ferme de la Tête-d'Or (Lyon), et à Oued-el-Atleng (Algérie) depuis le jour des vaccinations.

Dans le pays de Gex, tous les inoculés ont traversé la campagne de 1882 sans accident, tandis que le charbon symptomatique frappait autour d'eux des animaux non inoculés.

Dans le Bassigny, l'efficacité de la vaccination est si manifeste que cette pratique est réclamée à chaque instant par les propriétaires des cantons de Montigny et de Bourbonne.

Ces expériences ne sont pas seulement, on le voit, de la plus haute importance théorique, elles présentent un intérêt pratique de premier ordre. Le charbon symptomatique est, en effet, une maladie toujours mortelle lorsqu'elle se présente sous sa forme franche ; dans certaines régions de la France elle tue, chaque année, des milliers de têtes de bétail.

En précisant les caractères différents du charbon symptomatique d'avec la fièvre charbonneuse, en découvrant le moyen pratique d'atténuer la première maladie, MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas** ont rendu à la Science et à l'Agriculture des services qui justifient la haute récompense que nous leur accordons.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Vulpian, P. Bert, Robin, Marey;
Gosselin, rapporteur.)

M. le Dr **Reclus**, agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, a envoyé, pour le Concours du prix Godard, deux travaux imprimés : l'un sur l'affection tuberculeuse, l'autre sur l'affection syphilitique du testicule.

Dans le premier, l'auteur fait connaître quelques recherches nouvelles sur l'anatomie pathologique, et notamment sur les granulations grises. Il consacre de longues pages à démontrer leur existence et à signaler leur dépôt dans l'intérieur des tubes séminifères, peut-être quelquefois dans les

réseaux lymphatiques, leur coïncidence possible avec la formation anormale du tissu fibreux autour d'elles. Ces détails histologiques, pour lesquels l'auteur convient avoir été beaucoup aidé par M. Malassez, n'auront sans doute que des applications bien restreintes à l'étude clinique de la maladie; mais elles ont, néanmoins, le mérite de compléter nos connaissances, tant sur les tubercules en général que sur les tubercules des organes génitaux en particulier.

Dans le second Ouvrage, c'est encore l'histologie qui occupe la plus grande place. M. Reclus nous apprend que l'exsudat, déposé dans la cavité de la tunique albuginée par la syphilis constitutionnelle, présente au microscope deux variétés : l'une molle, pourvue d'un grand nombre de cellules, et, chose remarquable, assez analogue au tubercule, l'autre plus consistante, qui est formée de fibres allongées semblables à celles des tissus conjonctif et fibreux. Il appelle la première *gommeuse,* et la deuxième *scléreuse;* et quand elles se rencontrent simultanément, ce qui, à mon avis, est le plus fréquent, il dit que le sarcocèle est scléro-gommeux. M. Reclus établit, en outre, que, dans quelques cas exceptionnels, le sarcocèle syphilitique arrive à suppuration et qu'en pareil cas la terminaison peut avoir lieu par un fongus.

On pourra trouver un peu d'exagération dans la distinction qu'établit M. Reclus entre les formes gommeuse et scléreuse du sarcocèle syphilitique, de même que sur la terminaison par suppuration et fongus; mais il n'en est pas moins vrai que sur ce sujet, comme sur le précédent, il a imprimé une nouvelle impulsion et agrandi le champ de nos connaissances.

C'est pourquoi votre Commission accorde à M. Reclus le prix Godard pour l'année 1882.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Marey, H.-Milne Edwards; Paul Bert, rapporteur.)

Le prix annuel fondé par notre savant Confrère le professeur Lallemand est, suivant les expressions du donateur, « destiné à récompenser ou à encourager les travaux relatifs au système nerveux dans la plus large acception du mot ».

Nous l'avons accordé à MM. les D[rs] **Bourneville** et **Paul Regnard**, pour leur Ouvrage intitulé : *Iconographie photographique de la Salpêtrière*.

Les trois gros Volumes dont il est composé comprennent, ainsi que l'indique le titre du travail, un très grand nombre de planches représentant les diverses attitudes des malades, pendant les attaques d'hystérie, d'hystéro-épilepsie et d'épilepsie. Pour obtenir ces reproductions instantanées dans des conditions bien nettement déterminées, les auteurs ont eu à triompher de difficultés considérables, et finalement ont dû se faire eux-mêmes photographes.

Les observations fort détaillées qui accompagnent ces figures permettent de reconstituer l'histoire de chaque malade de la manière la plus complète. Ce sont là des matériaux des plus précieux pour la connaissance de ces maladies complexes, aux manifestations si variables suivant les patients, et pour chacun d'eux suivant les circonstances.

Un pareil travail se prête difficilement à l'analyse, car il ne présente ni corps de doctrines, ni conclusions. C'est une collection de documents rassemblés avec le soin le plus scrupuleux, avec la sagacité la plus éclairée, et dans l'exposé desquels rien n'est négligé, ni l'historique, ni la symptomatologie, ni le traitement, ni — et ce n'est pas la partie la moins intéressante de l'Ouvrage, — les rapprochements avec l'histoire de personnes atteintes de maladies analogues et dont, même à des époques rapprochées de la nôtre, la crédulité publique a fait des inspirés, des sorciers ou des possédés. La tragique aventure des Ursulines de Loudun, pour prendre un exemple, est reproduite dans toutes ses parties, par une série d'observations précises. L'analyse et l'explication des scènes du Sabbat, telles que les ont décrites les démonologues, sont particulièrement intéressantes.

Non seulement les médecins et les hygiénistes, mais les philosophes, les pédagogues, les historiens, les artistes eux-mêmes, consulteront avec fruit cet important travail, que la Commission espère voir continuer par ses auteurs.

Nous vous proposons encore d'accorder une mention honorable à l'auteur anonyme d'un Mémoire manuscrit intitulé la *Névropathie du cœur et de l'appareil respiratoire*, et portant pour épigraphe : « *Morborum naturam et causas tenere est hoc sane aliquid vel potius multum...* » (Baglivi.)

Ce travail fort étendu comprend l'étude détaillée, et sous tous ses aspects, de la névropathologie des deux fonctions de la vie organique dont les troubles nerveux peuvent le plus rapidement menacer l'existence. Il comprend plus encore, car l'auteur n'étudie pas seulement les névroses motrices

et les névroses sensibles, mais les maladies organiques, qu'il considère comme les conséquences d'un trouble nerveux prolongé, et les symptômes nerveux des autres maladies organiques.

C'est là une œuvre de longue haleine, dans laquelle l'auteur fait preuve d'une érudition profonde dans le domaine pathologique, d'une prudence qui devrait être plus souvent imitée dans les applications médicales de la Physiologie, et d'un esprit de suite remarquable dans l'accomplissement de la tâche considérable qu'il s'était imposée. Un certain nombre d'observations originales et de critiques heureuses donnent en outre à ce travail un caractère personnel.

L'auteur de ce Mémoire a demandé qu'il fût procédé à l'ouverture du pli cacheté qui accompagne son travail.

M. le Président a proclamé le nom de M. le Dr **Liégeois**.

Nous demandons une autre mention pour l'Ouvrage de M. le Dr **E. Lamarre** *Sur le rôle du système nerveux dans les affections du cœur*.

Le sujet de ce travail a, comme on voit, de grandes analogies avec celui qu'a traité l'auteur anonyme du travail précédent. Il nous a paru mériter les mêmes éloges et la même récompense.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Vulpian, Marey, Gosselin, Ch. Robin ;
Paul Bert, rapporteur.)

M. **Dastre**, professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris, a adressé, pour le Concours du Prix de Physiologie expérimentale, un Mémoire intitulé : *Rôle physiologique du sucre de lait*.

La lactose est un élément essentiel de la nutrition chez l'enfant et les jeunes mammifères. M. Dastre s'est proposé de savoir ce que devient cet aliment dans son passage à travers l'organisme, de suivre son évolution et d'en déterminer le rôle physiologique.

M. Dastre a d'abord fixé son attention sur la fermentation alcoolique de la lactose. En présence de la levure, la lactose commence par se changer en

galactose fermentescible. La liqueur de levure, filtrée, est la partie active. La transformation est due au ferment inversif de saccharomycète.

Il fallait savoir ensuite si la lactose peut être utilisée sous sa forme actuelle par l'organisme ou si elle est rejetée par celui-ci. En injectant dans les veines de différents animaux des solutions titrées et chaudes, on retrouve dans les urines presque toute la lactose introduite. L'organisme ne peut donc tirer parti de la lactose, si celle-ci n'a éprouvé une transformation avant de passer dans le sang.

Quant à la galactose fermentescible, M. Dastre a prouvé qu'elle est utilisée pour la plus grande partie, si bien que, à l'inverse du sucre de lait, elle serait capable d'entretenir les échanges matériels de la nutrition. Cependant elle n'est pas employée en totalité; les animaux dans les veines desquels elle a été injectée rejettent par le rein un sucre particulier, non immédiatement fermentescible; ce sucre paraît être de la lactose, reconstituée ainsi dans l'organisme par synthèse nutritive, au moyen de la glucose du sang et de la galactose injectée.

M. Dastre a recherché ensuite d'une manière comparative l'action sur la lactose des différents liquides digestifs de l'adulte et du jeune : salive, suc gastrique, suc pancréatique, suc intestinal. Sauf le suc intestinal, toutes ces liqueurs se sont montrées à peu près inertes : au contraire la sécrétion de l'intestin est particulièrement active chez le jeune animal. Sous son influence, la lactose se transforme rapidement en sucre fermentescible.

On voit que l'important travail que nous venons d'analyser montre le rôle de la lactose dans l'économie; fixe la condition sous laquelle cette substance devient un aliment (à savoir sa transformation en sucre fermentescible); précise le lieu de cette transformation (l'intestin grêle); en indique l'agent (le sucre intestinal), le résultat (galactose et glucose) et l'évolution ultérieure (ces substances étant utilisées en partie dans les échanges matériels de la nutrition et pouvant, sous certaines conditions, se recombiner pour former de la lactose).

Ces résultats présentent une importance suffisante pour justifier l'attribution à leur auteur du prix de Physiologie expérimentale.

Un Mémoire de M. Gaetan Delaunay ayant pour titre : *Influence de la nutrition sur l'empoisonnement par la strychnine*, nous a paru digne d'une citation honorable.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Hébert, H.-Milne Edwards, Fouqué, A. Gaudry; Daubrée, rapporteur.)

L'Académie avait proposé, pour sujet du prix Gay, à décerner en 1882, la question suivante :

« *Faire connaître pour les côtes de France baignées par l'Océan et la Méditerranée les dépôts marins, ainsi que les dépôts lacustres et terrestres, qui se sont formés sur notre littoral depuis la période actuelle et plus particulièrement depuis l'époque romaine.*

» *Cette étude comprendra essentiellement les mouvements d'exhaussement et d'abaissement de nos côtes; mais il conviendra de faire connaître en outre les modifications qu'elles ont subies, soit par les érosions de la mer, soit par l'apport d'alluvions marines ou fluviatiles.* »

C'était la reproduction, avec quelques changements qui tendaient à la préciser, de la question qui avait été mise au concours pour 1880, et pour laquelle le prix n'avait pu être décerné.

M. Quénault, bien qu'il s'occupe depuis longtemps de ce sujet, n'a adressé qu'un court Mémoire, la substance d'une simple conférence sur les envahissements de la mer.

La série de publications de M. **Louis Delavaud**, secrétaire de la Société de Géographie de Rochefort, témoigne des études sérieuses de l'auteur sur la question. A part la reproduction d'une ancienne description des côtes de France par le pilote Garlie Ferrande, rééditée d'après l'exemplaire unique de 1520 du *Grand Routier*, il fait connaître avec une sage critique des observations qui lui sont personnelles, notamment sur les côtes de la Charente-Inférieure.

M. **Jules Girard**, qui étudie les modifications de notre littoral depuis plusieurs années, a soumis un Volume intitulé : *Côtes de France, leurs transformations séculaires*, 1881, dans lequel il passe en revue les rivages de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée.

L'Atlas manuscrit, accompagné de photographies qu'il a présentées à l'appui de ce travail, montre le soin avec lequel il a poursuivi ses études.

Malgré leurs mérites divers, aucun de ces trois Ouvrages ne révèle de faits assez précis pour appuyer une démonstration et jeter une lumière nouvelle sur le sujet.

Le programme formulé par la Commission en 1880 présentait, il est vrai, de très sérieuses difficultés, à raison des phénomènes complexes qui ont coopéré : *exhaussements* et *abaissements* pouvant, en un même point, avoir alterné successivement et plusieurs fois; *érosions* produites par les vagues et *glissements* qui ont pu en résulter; *alluvions* par la mer et par les eaux douces; et parfois superposition de *dunes*. La tâche exigeait une série d'observations rigoureuses, comme en permet un séjour sur les points d'études.

La Commission estime, à l'unanimité, que la question soumise au concours n'a pas été traitée à fond, même pour une région spéciale de nos côtes, et qu'il n'y a par conséquent pas lieu de décerner le prix Gay en 1882.

Toutefois, elle propose de récompenser les efforts de deux concurrents et d'accorder à M. **Jules Girard** un encouragement de *mille francs*, et un autre de *cinq cents francs* à M. **Louis Delavaud**, et de retirer la question du Concours.

Ces propositions sont successivement adoptées.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON. — ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Boussingault, Dumas, Peligot, Wurtz; Chevreul, rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1882.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Daubrée, Fouqué; Émile Blanchard, rapporteur.)

C'est à d'illustres naturalistes étrangers que le prix Cuvier a été attribué dans la plupart des circonstances. En le décernant, pour l'année 1882, à

M. **Oswald Heer**, l'éminent professeur de l'Université de Zurich, Correspondant de l'Académie dans la Section de Botanique, la tradition ne sera point interrompue.

M. O. Heer a puissamment contribué aux progrès de la Paléontologie végétale. A la Paléontologie des Insectes, il a donné les plus belles œuvres qui aient encore été produites. Depuis Cuvier, jamais paléontologiste ne fut mieux préparé, par des connaissances profondes des formes vivantes, à déterminer avec rigueur les caractères des espèces fossiles. Au début de sa carrière scientifique, M. Oswald Heer entreprend sur les Insectes de la Suisse des recherches qui deviennent les sujets de plusieurs Mémoires dont le premier date de l'année 1834. C'est après ces études qu'il traite en maître des Insectes fossiles recueillis en divers gisements et fait ressortir la preuve que ces restes fournissent les meilleures indications sur le climat et sur l'ensemble des conditions de la vie aux époques géologiques.

Le professeur de Zurich porte l'investigation sur les végétaux fossiles et, dans cette voie, il obtient de brillants succès. L'étude de la *Flore tertiaire de la Suisse* répand une lumière inattendue sur l'état du sol de l'Europe centrale à une époque lointaine. Le champ s'agrandit avec la publication d'une *Flore du pays tertiaire*, où les comparaisons, s'étendant à toute la végétation connue d'une grande période géologique, jettent de nouvelles clartés sur les différences entre le monde ancien et le monde actuel.

Un exemple va permettre de montrer en son jour un des résultats de l'observation très parfaite des vestiges de la flore et de la faune exhumés sur un espace restreint. Le célèbre gisement d'Œningen, en Suisse, a livré une multitude d'empreintes végétales et des milliers d'empreintes d'Insectes de tous les ordres; — près de 850 espèces ont été reconnues. Aussi est-ce avec un rare bonheur que M. Oswald Heer parvient à faire le Tableau presque vivant d'un petit territoire de l'Europe centrale pendant l'âge tertiaire.

La forêt miocène d'Œningen descend jusqu'au rivage d'un grand lac. Là, se pressent les Chênes, les Hêtres, les Érables, les Peupliers d'aspect tout semblable à celui de nos arbres actuels. Les Pins abondent; mais à de telles essences sont mêlés des végétaux qui ne se rencontrent plus de nos jours qu'en d'autres parties du globe : des Myricas, des Sumacs, des Lauriers, des Cannelliers, des Plaqueminiers (*Diospyros*), des Sapindées, les arbres magnifiques qui composent le genre *Podogonium*. Au milieu des clairières s'agitent sur les fleurs des Abeilles, des Bourdons, les jolies Mouches tache-

tées de jaune qu'on nomme des *Syrphes* et se posent des Papillons ([1]). Des espèces du groupe des Cétoines (*Trichius* et *Valgus*) sortent du tronc des Bouleaux et des Saules comme celles de l'Europe moderne. Des Saperdes taraudent les Peupliers. Les Pins sont dévorés par des Buprestes et des Charançons. Sur une vigne particulière brillent des Rhynchites analogues à ceux qui parfois dévastent nos vignobles. Sur les Frênes, chantent des Cigales; une Cantharide en ronge le feuillage. Des Fourmis et des Termites minent les vieux troncs. Il y a des Ombellifères dans la forêt d'OEningen, et les Charançons qui les attaquent ont été retrouvés. Les Libellules rasent la surface des eaux, et sur les rives du lac se dressent des Roseaux où l'on aperçoit des entailles faites par les Chrysomèles. Une Massette bien pareille à la Massette de nos étangs est également creusée par un Charançon du genre des Lixes. De nombreuses petites Mouches attestent la présence des Champignons en maint endroit de la forêt miocène.

Dans les eaux, nagent des Dytiques, des Hydrophiles, des Corizes, comme on en voit toujours dans nos mares et dans nos ruisseaux, et des Bélostomes, comme on n'en voit plus que dans les pays où règne une température assez chaude. Ainsi, avec une foule d'Insectes analogues à ceux qui existent encore en Europe, se trouvent confondues des espèces dont les types dans le monde actuel ne sont représentés qu'en Afrique, en Asie ou en Amérique. On n'oublie pas que dans les eaux d'OEningen, très peuplées de poissons, vit la fameuse Salamandre gigantesque, identique, semble-t-il, à l'espèce qui de nos jours habite le Japon (*Sieboldia maxima*) ([2]).

De l'ensemble de la flore et de la faune, M. O. Heer a pu conclure que le pays aujourd'hui traversé par le Rhin après sa sortie du lac de Constance n'avait point, à l'époque miocène, un été tropical, mais un hiver doux, le climat d'une contrée voisine d'un littoral maritime.

M. O. Heer devait attacher son nom à une reconstitution du monde végétal bien autrement surprenante. Des débris fossiles de nombreux végétaux enfouis à la place même qu'ils couvraient de leur ombrage avaient été recueillis dans les dépôts tertiaires au nord du Groënland, sur l'île Melville, sur les rives du fleuve Mackensie, en Islande et au Spitzberg. Le professeur de Zurich a fait une merveilleuse étude de ces restes, et il a publié la Flore fossile des régions polaires (*Flora fossilis arctica*).

([1]) Diverses empreintes de Papillons plus ou moins voisins d'espèces actuellement vivantes ont été trouvées dans les dépôts tertiaires (*voir* S.-H. Scudder, *Fosil Butterflies*; 1878).

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 79; 1871.

Alors, il a été démontré que les terres arctiques, maintenant désolées, possédaient, durant la période tertiaire, une riche végétation et avaient des forêts superbes. Ainsi que dans la flore de l'Europe centrale à la même époque géologique, on rencontre en ces parages une association singulière des arbres les plus répandus sous les climats tempérés : Chênes, Hêtres, Érables, Aulnes, Charmes, Peupliers, avec des plantes qui, en l'état actuel, ne sont représentés que dans les parties assez chaudes de l'Amérique et de l'Asie : des Sequoias, des Platanes, des Lauriers, des Cannelliers, des Dragonniers (*Dracœna*).

L'étude paléontologique a donc fait luire des preuves irrécusables de l'existence d'un beau climat dans les régions arctiques à une ancienne époque du monde, laissant aux astronomes à expliquer les changements survenus dans l'insolation répandue à la surface du globe.

Il eût suffi sans doute de déclarer que le prix Cuvier serait décerné à M. **Oswald Heer**, si connu de tous par les beaux travaux dont il a enrichi la Science depuis un demi-siècle; on a voulu, néanmoins, rappeler le souvenir de la grandeur des résultats de quelques-unes de ses recherches.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bertrand, Tresca, Rolland, Jamin; Dumas, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Trémont à M. **Sidot**, préparateur de Chimie au lycée Charlemagne.

Dans sa situation modeste, sans cesse distrait de la poursuite de ses travaux personnels par les exigences toujours croissantes d'un enseignement dont les programmes ont été considérablement développés, M. Sidot n'en a pas moins contribué d'une manière utile aux progrès de la Science.

En lui accordant le prix Trémont, l'Académie rendra justice aux efforts souvent heureux d'un esprit inventif et recommandera en même temps à l'Université, par son témoignage, les services d'un de ses plus dévoués fonctionnaires; d'un de ces savants que les besoins de la défense ont trouvé prêts à se dévouer pendant le siège de Paris. Chargé de la direction des phares électriques au fort Nogent, M. Sidot y a été blessé pour la patrie, comme il l'avait été déjà pour la Science, dans ses fonctions de préparateur, et d'une manière incurable.

Parmi les travaux de M. Sidot qui ont plus particulièrement appelé l'attention de la Commission, nous signalons ceux qui ont pour objet la production artificielle des sulfures et oxydes de fer cristallisés et doués de polarité magnétique, sur le bronze de phosphore, sur la blende phosphorescente, sur le charbon sonore et conducteur et plus spécialement sur le verre phosphorique.

La Commission attache une grande importance à voir les recherches déjà si avancées de M. Sidot, sur le verre phosphorique, prendre un caractère étendu et même industriel. Elle pense que l'approbation de l'Académie engagera quelque directeur de verrerie ou de cristallerie à tenter l'exploitation de ces produits, dont il serait si facile de varier les applications et la composition. Verres, cristaux, strass, émaux phosphoriques, il y a là tout un ensemble dont un industriel intelligent saurait tirer parti.

La Science pure y trouverait sa part. Jusqu'ici nous n'avons que des verres siliceux à notre disposition. Combien de recherches deviendraient plus faciles et plus sûres si, dans les réactions ou les analyses délicates, on pouvait faire usage de verres transparents, peu attaquables et exempts de silice, tels que ceux qu'on obtiendrait en fondant des verres phosphoriques dans des vases sans silice.

L'Académie s'est déjà intéressée à ces études de M. **Sidot**; elle se plaît, encore une fois, à en signaler l'importance et l'intérêt, et à encourager l'auteur à les poursuivre et à les varier.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Dumas, H.-Milne Edwards, Boussingault, Jamin; Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Gegner de l'année 1882 à M. **Lescarbault**, pour l'ensemble de ses travaux sur l'Astronomie.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. de Lesseps, H.-Milne Edwards, de Quatrefages, Perrier; Mouchez, rapporteur.)

Il y a deux ans, à pareille époque, j'ai eu l'honneur de vous proposer, au nom de votre Commission, pour le prix Delalande-Guérineau, un voya-

geur qui, peu connu encore, venait, après de longues et pénibles explorations, de découvrir une voie nouvelle et relativement facile pour pénétrer dans les populeuses provinces du sud-ouest de la Chine, fort isolées jusqu'alors du mouvement commercial européen.

Nous venons aujourd'hui vous proposer, pour le prix de 1882, un explorateur qui, déjà récompensé par l'Académie pour un premier et très remarquable voyage dans l'Ogôoué, a eu la même bonne fortune de découvrir, pendant un nouveau voyage, une voie courte et facile pour atteindre, dans le vaste bassin du Congo, les populations si denses et si intéressantes de l'Afrique équatoriale, restées jusqu'ici sans relation avec l'Europe, à cause de l'extrême difficulté des communications.

Bien que des circonstances particulières et heureuses viennent de donner une grande notoriété aux voyages de M. Savorgnan de Brazza, je dois rappeler ici brièvement les principaux incidents de ses dernières explorations et l'importance exceptionnelle de ses découvertes, pour justifier la haute marque d'estime que lui accordera l'Académie en lui décernant, pour la seconde fois, le prix Delalande-Guérineau.

C'est en 1874 que M. de Brazza, enseigne de vaisseau, demandait au Ministre de la Marine à explorer le bassin de l'Ogôoué pour chercher à pénétrer dans l'intérieur de l'Afrique par une route plus facile que celle partant du Sénégal, tout en conservant le point de départ sur une terre française, le Gabon.

Il était loin de se douter alors de la facilité et de l'importance qu'allait donner à la réalisation de son projet la reconnaissance du cours du Congo, par laquelle Stanley allait terminer sa mémorable traversée de l'Afrique, qu'il préparait alors.

Je ne dirai rien de ce premier voyage de M. de Brazza, qui dura trois années et pour lequel il a déjà reçu le même prix de l'Académie.

Dans les deux voyages suivants, de 1879 à 1882, M. de Brazza s'est proposé d'utiliser les récentes découvertes, dans ces contrées, pour ouvrir une route et fonder des établissements français, afin de rendre possible le transport des chaloupes à vapeur démontables jusqu'au Congo, au-dessus de la première cataracte, à Stanley-Pool.

On sait en effet que le plus grand obstacle qui s'oppose à la navigation de ce fleuve, comme de plusieurs autres cours d'eau de cette côte, c'est que, après avoir traversé par un cours paisible tout le plateau intérieur du continent, ils rencontrent, près de l'Océan, des pentes abruptes sur lesquelles ils descendent en cascades nombreuses, qui en rendent la navigation

absolument impossible. Entre la dernière chute, à Vivi, et la première, à Stanley-Pool, sur une distance de 40 lieues, le Congo présente trente-deux chutes ou rapides qu'aucune embarcation ne saurait remonter.

Par la connaissance approfondie que M. de Brazza avait acquise de ces contrées dans son premier voyage, il comprit que la voie la plus facile pour atteindre la partie navigable du Congo serait de remonter l'Ogôoué aussi haut que possible et de redescendre par l'Alima, qu'après les découvertes de Stanley il jugeait être, avec juste raison, un affluent du grand fleuve. Sur ce parcours, on ne rencontrait que des cours d'eau ou des pentes douces sur la ligne de partage des eaux.

Stanley, qui formait aussi à cette époque le même projet, s'était mis au service de l'Association belge et du roi de Belgique, pour résoudre ce problème, mais en abordant la difficulté de front et construisant une route parallèle au cours inférieur du Congo, le long de laquelle il se proposait d'établir de distance en distance des stations hospitalières et commerciales, afin de rendre possible la montée sur le haut du plateau de chaloupes à vapeur, que l'on devait lancer sur le Congo, à Stanley-Pool. Les deux explorateurs partaient d'ailleurs avec des moyens d'action différents.

La deuxième expédition de M. de Brazza fut organisée dans de très modestes conditions par le Comité français de l'Association africaine internationale, qui ne put lui fournir que 40000^{fr}, et quelques subsides du Ministère de l'Instruction publique, montant à 100000^{fr}. Il était chargé de fonder deux stations, l'une vers les sources de l'Ogôoué, l'autre sur le bord du Congo; on lui laissait entièrement le choix des localités. C'est avec ces modiques ressources que M. de Brazza partit de Liverpool pour le Gabon, en janvier 1880.

Stanley, qui était parti déjà depuis six ou huit mois, disposait de moyens d'action à peu près illimités, d'un nombreux personnel et d'un crédit considérable. Mais M. de Brazza avait en sa faveur la haute notoriété, l'excellente réputation qu'il avait su acquérir dans toutes les contrées qu'il allait visiter pour la deuxième fois; par son habileté de conduite, par sa générosité, par sa bonté envers les indigènes, par l'énergie avec laquelle il poursuivait partout l'abolition de l'esclavage, il s'était acquis l'amitié de toutes les populations, et son excellente réputation s'était étendue bien au delà des pays qu'il avait visités.

Stanley, au contraire, n'était connu que par la terreur qu'il avait répandue dans tout le bassin du Congo, quand, descendant le fleuve avec rapidité

sur ses pirogues, il dut livrer de continuels combats pour s'ouvrir la route à travers les nombreuses populations qui tentaient de l'arrêter.

Le 9 mars 1880, M. de Brazza quittait le Gabon avec sa petite expédition et remontait l'Ogôoué pour remplir sa double mission, scientifique et humanitaire. M. Ballay devait le rejoindre quelques mois plus tard, avec les vapeurs démontables.

Le 13 juin, il inaugurait, à une centaine de lieues du Gabon, près des sources de l'Ogôoué, à son confluent avec la rivière Passa, la première station française, Franceville, sur un territoire acheté aux indigènes. Il y installa comme commandant M. Migeon, officier de marine très distingué.

Avant de partir de Franceville pour choisir l'emplacement de la deuxième station, sur le Congo, à 60 lieues plus loin, il expédiait 700 hommes et 40 pirogues dans le Bas-Ogôoué pour chercher les vapeurs démontables que devait lui amener le Dr Ballay. Puis, malgré ses fatigues et l'état déplorable de sa santé, il se mit en route pour remplir la seconde partie de sa mission. Il était arrivé sur les bords de la rivière Léfini, qu'il se disposait à descendre en radeau jusqu'au Congo, quand il reçut la visite d'un chef envoyé au-devant de lui par le roi Makoko, souverain d'une grande partie du territoire du Bas-Congo.

« Makoko, lui dit-il, connaît depuis longtemps le grand chef blanc de » l'Ogôoué; il sait que ses terribles fusils n'ont jamais servi à l'attaque, » que la paix et l'abondance accompagnent ses pas : il me charge de te » porter la parole de paix et de guider son ami. »

La visite à cet excellent roi eut les plus heureux résultats. M. de Brazza sut bientôt conquérir toute sa confiance et son amitié; un traité fut signé, par lequel Makoko mettait ses États sous la protection de la France et lui cédait une partie de territoire sur la rive droite du Congo, en face de Stanley-Pool, pour l'établissement de la deuxième station française. Cette station reçut, à juste titre, de la Société de Géographie, le nom de Brazzaville.

M. de Brazza confia la garde de ce poste important au brave sergent sénégalais Malamine et, inquiet de ne pas recevoir de nouvelles des vapeurs qu'il attendait avec le Dr Ballay, il se décida à partir immédiatement pour le Gabon; il y arrivait le 15 décembre et y éprouvait la pénible déception de n'y rencontrer aucune trace des approvisionnements et des bateaux qui lui avaient été promis. Désespéré de se voir privé de moyens d'action indispensables pour compléter son œuvre, qu'il voyait compromise,

il n'hésita pas un instant, malgré son extrême fatigue et sa santé délabrée, à repartir pour visiter et approvisionner lui-même ses deux stations avec les secours qu'il put recueillir au Gabon et, deux jours après son arrivée, sans se donner le temps d'un repos rendu si nécessaire par de tels voyages, il se mettait de nouveau en route pour Franceville et le Congo.

Pendant ce troisième voyage, il visita, au retour, de nouvelles contrées encore inexplorées; il descendit à la côte par la vallée du Niari ou Quilliou et il eut la vive satisfaction de constater que cette voie était encore plus courte et plus favorable que le bassin de l'Ogòoué, pour l'établissement d'une route ou d'un chemin de fer entre la côte et le Congo.

C'est pendant ces derniers voyages que Stanley, parvenant enfin, à force de travail, de persévérance et de très grandes dépenses, à terminer sa route parallèle au Congo, jusqu'à la dernière cataracte, éprouva l'amère déception, en y arrivant, d'y voir déjà la station française Brazzaville, installée en face de Stanley-Pool.

Les deux explorateurs se décidèrent alors à rentrer immédiatement en Europe, l'un pour obtenir du gouvernement français la ratification du traité si avantageux et si inespéré qu'il venait de conclure avec le roi Makoko, l'autre pour chercher le moyen de parer à la concurrence imprévue que subissait la coûteuse expédition belge, par suite de l'avance que la France venait d'acquérir sur le Congo.

La nation entière et toute la presse, sans distinction de parti, ont accueilli avec enthousiasme la nouvelle de la réussite de la mission si brillamment accomplie par M. de Brazza. Tout le monde a senti l'extrême importance qu'elle peut avoir pour nous dans l'avenir, comme celle de M. Dupuis au Tonkin, si nous savons en profiter. Cette remarquable unanimité prouve que l'on commence à perdre en France la regrettable insouciance avec laquelle on a traité jusqu'ici tout ce qui se passe au delà des mers, et à sentir l'impérieuse nécessité de tourner l'activité et les forces vives de la nation vers les entreprises coloniales.

Les grandes transformations survenues en Europe pendant le XIXe siècle ont porté une sensible atteinte à la situation prépondérante qu'avait conquise la France aux siècles précédents, et si elle veut conserver la haute position qu'elle occupe encore, elle doit, à tout prix, se hâter de développer sa puissance, son commerce, son industrie, sur les contrées du globe encore libres de toute influence européenne. Il n'y a pas de temps à perdre, car une seconde concurrence aussi âpre qu'active nous est faite par tous nos rivaux sur chaque point de la terre que nous cherchons à occuper.

C'est donc une occasion aussi heureuse qu'inespérée qui s'offre aujourd'hui à la France, grâce au dévouement, au courage et à l'énergie de MM. Dupuis et de Brazza, d'avoir découvert, partant de colonies nous appartenant, les deux routes les plus courtes et les plus praticables pour communiquer en Asie avec 20 ou 30 millions d'habitants du sud-ouest de la Chine, et dans l'Afrique équatoriale, avec les 30 ou 40 millions d'indigènes du bassin du Congo et de ses affluents.

Les populations si denses de cette dernière région seraient d'autant mieux disposées à entrer en relations amicales avec nous que, n'ayant encore aucune religion officielle, nous n'aurons pas à craindre d'y rencontrer le fanatisme aveugle qui nous rendra toujours bien difficile l'accès des populations musulmanes du Haut-Sénégal et du Niger, en supposant même qu'on puisse y construire le chemin de fer qu'on essaye aujourd'hui d'établir dans l'intérieur du pays.

Il y a donc un intérêt de premier ordre pour la France à sauvegarder l'avenir, en affirmant par des actes effectifs les droits de premier occupant sur ces deux nouvelles voies de communication, dues aux découvertes de MM. Dupuis et de Brazza.

En accordant une seconde fois le prix Delalande-Guérineau à M. de Brazza, pour ses deux derniers voyages, l'Académie récompensera le courageux et habile explorateur qui n'a pas hésité à sacrifier sa santé, sa carrière de marin et sa fortune privée, pour ouvrir une voie facile à la civilisation, à la Science et à l'influence humanitaire de la France vers les vastes et populeuses contrées de l'Afrique équatoriale, et qui, le premier, aura planté sur les rives du Congo le drapeau tricolore, bien moins comme signe de conquête que comme emblème de paix et de liberté.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Bertrand, Dumas, Boussingault, Milne Edwards; Berthelot, rapporteur).

L'Académie n'a pas oublié dans quelles conditions a été institué le prix Ponti. Ce prix, dû à la libéralité d'une famille italienne, a été attribué à l'Académie des Sciences, à la suite de négociations dirigées, dans l'esprit le plus sage et le plus libéral, par l'un de ses Secrétaires perpétuels. L'Aca-

démie a le droit d'en faire tel usage qu'elle jugera le plus convenable et le plus fructueux pour la Science.

Votre Commission, appelée à le décerner pour la première fois, a pensé qu'il convenait de vous désigner des travaux originaux, estimés par tout le monde savant, portant sur des problèmes d'une importance exceptionnelle, et qui cependant n'ont été honorés jusqu'ici d'aucune des grandes récompenses dont l'Académie dispose. Ce sont les recherches de M. **Müntz** sur la fermentation et sur la physiologie végétale qui lui ont paru dignes d'inaugurer le nouveau prix.

M. Müntz a découvert un procédé général pour distinguer les ferments purement chimiques et les ferments physiologiques, procédé qui consiste dans l'emploi du chloroforme. Cet agent stupéfie ou tue les ferments vivants et figurés et arrête par conséquent les transformations de matière qu'ils sont capables de produire; tandis qu'il demeure sans action sur les ferments d'ordre chimique. De là une méthode générale pour distinguer les deux ordres de ferments et de fermentations, méthode qui a reçu depuis des applications variées.

L'une des plus fécondes est celle que l'auteur en a faite, comme collaborateur de notre confrère M. Schlœsing, dans leurs recherches communes sur le ferment nitrique. Ces recherches offrent un intérêt de premier ordre, car elles ont conduit à la solution d'un problème poursuivi depuis des siècles, celui de la nitrification naturelle.

M. Müntz a également étudié la fermentation alcoolique intracellulaire; ce phénomène, déjà connu avant lui, a été de sa part l'objet d'une recherche approfondie, destinée à en montrer la généralité, même dans les végétaux entiers et vivants, soustraits au contact de l'atmosphère. Il a été conduit par là à la découverte d'un élément nouveau et très répandu dans l'atmosphère, dans le sol, dans les eaux : c'est l'alcool, qu'il a retrouvé partout, en très petite quantité bien entendu; mais la diffusion universelle de cette substance n'en est pas moins très digne d'intérêt.

A ses recherches sur la nitrification, l'auteur a rattaché également une série d'analyses relatives à la composition de l'atmosphère et notamment la répartition de l'ammoniaque, également répandue aux diverses altitudes; à la répartition des azotates, qui n'existent au contraire que dans les régions inférieures, là où se produisent les orages, etc.

Les travaux de M. Müntz sur les fonctions des cryptogames, en tant que générateurs des principes sucrés, sur la maturation de la graine, sur l'alimentation et la production du travail par les animaux, sur le tannage, etc., méritent aussi d'être rappelés.

La Commission a été très vivement frappée de cet ensemble de recherches, dirigées par un esprit sagace et délicat, avec une grande finesse dans les vues et une extrême précision dans les méthodes.

Elle propose à l'Académie de décerner à M. **Müntz** le prix Ponti.

Cette proposition est adoptée.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Bochet** (Adolphe-Joachim-Fernand), né à Paris le 20 janvier 1863, et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1883, 1884, 1885 ET 1886.

GÉOMÉTRIE.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1884.)

L'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1884, la question suivante :

La découverte des lignes de courbure, sur une surface quelconque, a été proposée par Monge en 1781 (*Mémoires de l'Académie des Sciences*) dans un Mémoire intitulé : *Théorie des déblais et remblais.*

Deux volumes équivalents étant donnés, les décomposer en parcelles infiniment petites se correspondant deux à deux suivant une loi telle que la somme des produits des chemins parcourus en transportant chaque parcelle sur celle qui lui correspond par le volume de la parcelle transportée soit un minimum.

La théorie des lignes de courbure est présentée par l'illustre géomètre comme une remarque incidente dans l'étude de ce problème, qui jusqu'ici n'a été résolu dans aucun cas.

L'Académie propose pour sujet du prix, soit l'étude générale de ce problème des déblais et remblais, soit la solution dans un cas simple choisi par l'auteur du Mémoire.

Les Ouvrages manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1884; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

PRIX FRANCOEUR.

Un décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs* qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1883.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par M[me] Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. M[me] Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs.*

Une donation spéciale de M[me] Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs.*

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année*, s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute

» autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année*, dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans*, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1885.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1883, la question suivante : *Étude théorique et expérimentale sur les différents modes de transmission du travail à distance.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs.*

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, à 1879, à 1882, et enfin à 1885.

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau.* Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle maintient au concours pour sujet du prix Damoiseau à décerner en 1885 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en*
» *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit*
» *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des*
» *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une

des conditions du prix, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix sera une médaille de la valeur de *dix mille francs.*

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1885.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans*, à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs.*

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par décret en date du 29 janvier 1875.

Elle décernera, s'il y a lieu, le prix Valz de l'année 1883 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1884.

La Commission chargée de présenter un sujet de prix pour les Sciences Mathématiques propose à l'Académie la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de* » *l'électricité à la transmission du travail.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1884 ; ils porteront une épigraphe ou devise, répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour 1878, remise à 1880, à 1882, et enfin à 1885.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix qu'elle devait décerner en 1880 la question suivante :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point* » *de vue expérimental et théorique.* »

Elle maintient la même question au Concours pour l'année 1885. Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour 1882 et remise à 1885.

« *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand* » *développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*. Les Mémoires destinés au Concours seront reçus jusqu'au 1er juin 1885; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1883, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 954 et 965.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 952.

GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

Question proposée pour l'année 1883.

« *Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

PRIX VAILLANT.

Question proposée pour l'année 1884.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs,* destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle propose, pour sujet de celui qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1884, la question suivante :

« *Nouvelles recherches sur les fossiles, faites dans une région qui, depuis un* « *quart de siècle, n'a été que peu explorée, sous le rapport paléontologique.* »

Depuis quelques années, des recherches très importantes ont été faites sur la faune fossile de la France, de l'Angleterre, des Etats-Unis d'Amérique, de la Nouvelle-Zélande et de plusieurs autres pays, mais il y a diverses régions qui, depuis fort longtemps, n'ont pas été explorées avec tout le soin désirable par les paléontologistes, par exemple le Brésil et le Mexique, où cependant les études scientifiques ont pris récemment un dé-

veloppement considérable, et l'Académie pense qu'il serait utile d'appeler l'attention sur les dépôts fossilifères de ces contrées.

Les travaux manuscrits ou imprimés en français devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1884.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur
» ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur
» tout ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra

être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous*
» *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*,
» c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes*,
» *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*; l'Académie le décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1883, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner
« à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Eu-
» rope (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons),
» ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 960.)

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1879, prorogée à 1881 et enfin à 1883.

L'Académie propose, pour sujet du prix Bordin qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1883, la question suivante :

« *Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence*
» *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tige,*
» *feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans*
» *l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air.*
» *Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces*
» *de la flore maritime.* »

L'Académie désirerait que la question fût traitée dans sa généralité, mais elle pourrait couronner un travail sur l'un des points qu'elle vient d'indiquer, à la condition que l'auteur apporterait des vues à la fois nouvelles et précises, fondées sur des observations personnelles.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, rédigés en français ou en latin, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

Le prix est de la valeur de *trois mille francs.*

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1883.

« *Recherches relatives à la Paléontologie botanique ou zoologique de la* » *France ou de l'Algérie.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1883. (Voir page 959.)

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs,* placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans,* alternativement, par l'Académie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France,* et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.*

L'Académie des Sciences décernera le prix Morogues en 1883. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français,* devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1883.

« *Développement histologique des Insectes pendant leurs métamorphoses.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1883.

« *Recherches relatives à la Paléontologie botanique ou zoologique de la* » *France ou de l'Algérie.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883. (Voir page 958.)

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, *vingt mille francs,* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, » pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider » les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du

» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix consiste en une médaille de *neuf cent soixante-quinze francs*.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 957.)

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880, à 1882 et enfin à 1884.

La question proposée est la suivante :

« *Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.* »

Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer; mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1884.

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans,* le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1885.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir,* et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau [1] ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas;* »

Ou « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

---

[1] Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re- » connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don- » nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou- » vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

Ou enfin « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année,* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, représenté par une médaille de *mille francs,* sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs,* pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et* » *à la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs,* dans sa séance publique de l'année 1884, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1884.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1883, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle annonce qu'elle décernera le prix Dusgate, pour la seconde fois, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au Concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de Physiologie expérimentale, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 952.

GEOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1884, le programme dont l'énoncé suit :

« *Montrer par des faits précis comment les caractères topographiques du* » *relief du sol sont une conséquence de sa constitution géologique, ainsi* » *que des actions qu'il a subies. Directions que l'on peut discerner dans* » *les traits généraux du modelé. Prendre de préférence les exemples en* » *France.* »

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1884.

LOCOMOTION AÉRIENNE.

PRIX ALPHONSE PÉNAUD.

M. Alphonse Pénaud, par un testament en date du 12 juin 1880, a fait don à l'Académie d'une somme de *trois mille francs*, qu'il destine à la création d'un prix, une fois donné, à celui qui aura le plus fait progresser la question de la locomotion aérienne, soit par les ballons, soit par l'aviation.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Alphonse Pénaud, dans sa séance publique de l'année 1883.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il

s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier,* et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le *prix Cuvier,* dans sa séance publique de l'année 1885, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du Concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1881 jusqu'au 31 décembre 1884.

Le prix Cuvier consiste en une médaille de la valeur de *quinze cents francs.*

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs,* pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1883, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, M[me] Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans « au voyageur » français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à » la France ou à la Science »*.

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1884.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *mille francs*.

Les pièces de Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin.

PRIX JEAN REYNAUD.

M[me] Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de

France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du Concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la seconde fois, dans sa séance publique de l'année 1886.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti, *tous les deux ans*, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1884.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. Bertrand** lit l'Éloge historique de M. le baron **Pierre-Charles-François Dupin**, Membre de l'Académie.

D. et J. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 2 AVRIL 1883.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1882.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1883, 1884, 1885 *et* 1886.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1883, 1884, 1885 ET 1886.

1883

PRIX FRANCOEUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

PRIX FOURNEYRON. — Étude théorique et expérimentale sur les différents modes de transmission du travail à distance.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique, sur la Chimie et sur la Physiologie.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX BORDIN. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

PRIX BORDIN. — Recherches relatives à la Paléontologie botanique ou zoologique de la France ou de l'Algérie.

PRIX MOROGUES. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Développement histologique des insectes pendant leurs métamorphoses.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX ALPHONSE PÉNAUD. — Destiné à celui qui aura le plus fait progresser la question de la locomotion aérienne, soit par les ballons, soit par l'aviation.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1884

Prix Bordin. — Etude générale du problème des déblais et remblais de Monge.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en quelques points la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail.

Prix Vaillant. — Nouvelles recherches sur les fossiles, faites dans une région qui, depuis un quart de siècle, n'a été que peu explorée sous le rapport paléontologique.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Gay. — Montrer par des faits précis comment les caractères topographiques du relief du sol sont une conséquence géologique, ainsi que des actions qu'il a subies. Directions que l'on peut discerner dans les traits généraux du modelé. Prendre de préférence les exemples en France.

Prix Delalande-Guérineau. — Destiné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérôme Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

1885

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

Prix Damoiseau. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

Prix Bordin. — Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.

Prix da Gama Machado. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort, et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Cuvier. — Destiné à l'ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

1886

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mars 1883.

Éléments de Zoologie; par H. Sicard. Paris, J.-B. Baillière, 1883; *in-8°* relié. (Présenté par M. H. Milne-Edwards.)

Le pèlerinage de la Mecque et le choléra au Hedjaz; par le Dr C. Stékoulis. Constantinople, Imp. de Castro, 1883; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

L'électricité comme force motrice; par le comte Th. du Moncel et M. F. Géraldy. Paris; Hachette et Cie, 1883; in-12.

Traitement de la fièvre typhoïde à Lyon (traitement par les bains froids); par le Dr Fr. Glénard. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De la valeur des bains froids dans le traitement de la fièvre typhoïde, etc; par le Dr H. Libermann. Paris, G. Masson, 1874; in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Des complications de la fièvre typhoïde dans le traitement par les bains froids et les traitements ordinaires; par le Dr H. Libermann. Paris, F. Malteste, 1877; br. in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

L'eau oxygénée : son emploi en Chirurgie; par le Dr L. Larrivé. Paris, A. Coccoz, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Les anomalies musculaires chez l'homme, etc.; par le Dr. L. Testut; 2e fasc.: *Les muscles du cou et de la nuque*. Bordeaux, Imp. Gounouilhou, 1883; in-8°.

Situation de réseaux téléphoniques, publiée par la Compagnie internationale des téléphones. Paris, P. Dupont, 1883; in-4° oblong.

Astronomical and meteorological observations made during the year 1878 *at the United States naval Observatory*. Washington, 1882; in-4° relié.

Almanaque nautico para 1883, *calculado de orden de la Superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando*. Barcelona, 1881; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 MARS 1883.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France, etc.; publié par ordre de M. le Ministre du Commerce, t. XI. Paris, Imp. nationale, 1883; in-8°.

Sur le groupement des couches les plus aériennes de la série stratigraphique, à l'occasion du projet de carte géologique internationale de l'Europe; par M. HÉBERT. Paris, 1883; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Les ambulances de Toulouse pendant la guerre de 1870-1871; *par* le Dr ARMIEUX. Toulouse, Imp. Douladoure-Privat, 1883; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Pilote de Terre-Neuve; par le Vice-Amiral CLOUÉ. Seconde édition. Paris, Imp. nationale, 1882; 2 vol. in-8° reliés. (Présenté par M. Faye.)

Préfecture du département de la Seine. Cimetières périphériques. Rapport présenté au nom de la Commission d'assainissement des cimetières; par M. AD. CARNOT. Paris, Imp. municipale, 1882; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

L'homme et l'animal devant la méthode expérimentale; par le Dr A. NETTER. Paris, E. Dentu, 1883; in-12.

Le germe ferment et le germe contage; par le prof. L. LE FORT. Paris, O. Doin, 1882; br. in-8°.

Extraction de la cataracte. Retour à la méthode de Daviel; par le Dr CHAVERNAC. Gand, Imp. Van Doosselaere, 1883; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AVRIL 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la vaccination charbonneuse;* par M. PASTEUR.

« L'Académie n'a pas perdu peut-être le souvenir de l'expérience, relative à la prophylaxie du charbon, faite à Pouilly-le-Fort, dans le département de Seine-et-Marne, sur l'initiative de la Société d'Agriculture de Melun. Le succès en fut éclatant. Aussitôt, à l'étranger comme en France, une foule de personnes, d'écoles vétérinaires et de sociétés agricoles voulurent la reproduire et en rendre témoin un public nombreux.

» On sait en quoi consiste cette expérience. Un lot de moutons est partagé en deux moitiés : l'une est vaccinée, c'est-à-dire inoculée par le virus charbonneux mortel, préalablement atténué par un artifice de culture. Quelque temps après, lorsque toute trace de la maladie bénigne a disparu, le troupeau entier, — la moitié non vaccinée comme la moitié vaccinée, — est inoculé par du virus mortel, virus de culture ou sang charbonneux pris sur un animal qui vient de mourir.

» Le plus grand nombre des expériences de contrôle dont je parle obtinrent un succès de même ordre que celui de l'expérience de Pouilly-le-Fort. Quelques autres échouèrent plus ou moins, c'est-à-dire que l'épreuve

de l'inoculation virulente fit périr non seulement tous les sujets témoins, mais un nombre variable des animaux vaccinés; soit qu'il y eût quelque vice de manipulation, soit que le vaccin lui-même eût été trop faible vis-à-vis du virus virulent, soit par réceptivité de races, soit enfin que les expérimentateurs se fussent livrés à certaines innovations que l'expérience ne comportait pas, par exemple, le remplacement des moutons par des cobayes ou des lapins.

» Comme on le pense bien, il ne manqua pas alors d'esprits sceptiques ou prévenus qui, laissant de côté les succès des épreuves et leur signification, ne s'attachèrent qu'aux insuccès, afin de diminuer l'importance de la découverte et de nier l'utilité de son application.

» Par un singulier concours de circonstances, il arriva que, parmi les échecs qui se produisirent, le plus retentissant fut celui de l'École vétérinaire de Turin. Tous les moutons vaccinés, aussi bien que les moutons non vaccinés témoins, périrent à la suite de l'inoculation du sang virulent.

» Ce résultat me surprit beaucoup. Dès que j'en eus connaissance, le 16 avril 1882, j'écrivis à M. le professeur Domenico de Vallada, directeur de l'École vétérinaire de Turin, en lui demandant de me faire connaître exactement quelle avait été la date de la mort du mouton qui avait servi à fournir le sang charbonneux pour l'inoculation virulente et l'informant que, à la saison où avait eu lieu l'expérience, un mouton mort depuis vingt-quatre heures est à la fois septique et charbonneux.

» M. Vallada me répondit que le mouton dont il s'agit était mort en effet dans la matinée du 22 mars 1882 et que son sang n'avait été inoculé que dans la journée du lendemain, 23 mars. L'École de Turin, ainsi que je le craignais, avait donc commis la faute d'inoculer, à l'épreuve de contrôle, du sang d'un cadavre de plus de vingt-quatre heures de mort. Il est vrai que M. Vallada m'assurait, en outre, que ses collègues avaient examiné avec soin le cadavre et le sang et qu'ils n'avaient constaté que les altérations d'un mouton charbonneux, nullement septique. Me référant à mes recherches antérieures, je ne doutai pas néanmoins que les professeurs de l'École de Turin eussent inoculé un sang à la fois septique et charbonneux, et que telle devait être la cause de l'insuccès insolite de leur expérience.

» Le 8 juin 1882, j'eus l'occasion de faire connaître cette opinion devant la Société centrale vétérinaire de Paris, où je m'expliquai de la façon la plus naturelle, disant que l'École de Turin avait eu le tort de prendre du sang d'un cadavre mort depuis vingt-quatre heures au moins et qu'elle

s'était ainsi servie, à son insu, d'un sang à la fois septique et charbonneux.

» Les professeurs de l'École vétérinaire de Turin se montrèrent blessés de mon assertion et essayèrent de la réfuter, non sans ironie et vivacité, par une lettre circulaire qui fut adressée, pour ainsi dire, à tous les savants et journaux scientifiques de l'Europe, en même temps qu'à moi-même.

» Voici quelques extraits de cette protestation, signée de six des principaux professeurs de l'École de Turin :

« .... Nous tenons pour merveilleux que Votre Seigneurie ait pu, de Paris, reconnaître avec une si grande sûreté la maladie qui a fait tant de victimes parmi les animaux vaccinés et non vaccinés, soumis à l'inoculation du sang charbonneux, dans notre École, le 23 mars 1882.....

» Il ne nous semble pas possible qu'un savant puisse affirmer l'existence de la septicémie chez un animal qu'il n'a pas vu.....

» Ni dans le sang du mouton qui a servi à l'inoculation de contrôle, ni dans celui des animaux morts à la suite de l'inoculation nous n'avons découvert aucun signe de septicémie. Est-ce clair? »

» Non; ce n'était rien moins que clair pour moi.

» Tout cet apparat dans la contradiction fit grand bruit, un bruit dont les échos se font entendre encore. Les résultats de l'École de Turin furent une des armes du Dr Koch, de Berlin, dans la polémique inconsidérée qu'il dirigea contre les travaux de mon laboratoire, et, il y a quelques jours à peine, un membre de l'Académie de Médecine de Paris lisait à cette Académie, *in extenso*, avec une visible satisfaction, la protestation de l'École de Turin.

» Dans la réponse que je fis au Dr Koch (voir *Revue scientifique* du 20 janvier 1883), j'ai maintenu et motivé mes assertions contre celles de MM. les professeurs de l'École de Turin. Mais voilà que ces Messieurs viennent de protester de nouveau, dans un écrit public adressé également aux savants et journaux de l'Europe.

» L'Académie approuvera sans doute la résolution que j'ai prise de mettre fin à cette agitation, qui menace de voiler un instant la vérité. En conséquence, j'ai l'honneur d'annoncer que je viens d'envoyer la lettre suivante à MM. les professeurs de l'École de Turin :

« Messieurs,

» Une contestation s'étant élevée entre vous et moi au sujet de l'interprétation à donner de l'échec absolu de votre expérience de contrôle du 23 mars 1882, j'ai l'honneur de vous informer que, si vous voulez bien l'accepter, je me rendrai à Turin le jour que vous me désignerez; vous inoculerez, en ma présence, le charbon virulent à tel nombre de moutons

qu'il vous plaira. Pour chacun d'eux, l'instant de la mort sera déterminé et je démontrerai que, chez tous, le sang du cadavre, d'abord uniquement charbonneux, sera, le lendemain, tout à la fois septique et charbonneux.

» Il sera dès lors établi, avec une entière exactitude, que l'assertion formulée par moi le 8 juin 1882, et contre laquelle vous avez protesté à deux reprises, correspondait, non à une opinion arbitraire, comme vous le dites, mais à un principe scientifique immuable, et que j'ai pu légitimement affirmer de Paris la septicémie, sans qu'il fût le moins du monde nécessaire que j'eusse vu le cadavre du mouton qui a servi à vos expériences.

» Un procès-verbal sera dressé, jour par jour, des faits qui se produiront; il sera signé des professeurs de l'École vétérinaire de Turin et des autres personnes, médecins ou vétérinaires, qui auront été présents aux expériences.

» Enfin, ce procès-verbal sera rendu public par la voie des Académies de Turin et de Paris.

» J'ai l'honneur d'être.... » L. PASTEUR. »

HYDRAULIQUE. — *Description des moyens d'obtenir une marche entièrement automatique de l'écluse à colonnes liquides oscillantes, sans cataracte. Réalisation expérimentale de ce système pendant la vidange de l'écluse de l'Aubois.* Note de M. **A. DE CALIGNY.**

« J'ai indiqué un moyen d'obtenir une marche entièrement automatique de l'écluse de navigation à colonnes liquides oscillantes en employant des cataractes. Mais, tout en conservant la trace de ce moyen, qui a quelques avantages particuliers, je dois signaler un système beaucoup plus simple.

» Pour la vidange de l'écluse, au lieu d'élargir le tube d'évacuation *dit d'aval* immédiatement au-dessus de son anneau inférieur, il suffit de ne l'élargir qu'à partir d'une certaine hauteur au-dessus, calculée de manière que la première oscillation en retour permette à ce tube de se lever de lui-même en vertu de son contrepoids. Il descendra, d'ailleurs, comme on sait, de lui-même en temps utile, à cause des phénomènes de succion, jusqu'à ce qu'il reste levé, comme cela doit être, quand l'eau sera assez baissée dans l'écluse pour qu'il ne soit plus utile de faire fonctionner l'appareil, tel qu'il est décrit dans le Rapport fait à l'Institut le 18 janvier 1869 par MM. Combes, Phillips et de Saint-Venant, rapporteur.

» Quant au remplissage de l'écluse, au lieu de poser l'anneau inférieur du tube d'introduction *dit d'amont* à l'extérieur de celui-ci, il suffit de donner à ce tube le même diamètre qu'à l'arête inférieure de cet anneau, et d'y attacher un flotteur qui, même dans les premières périodes, le soulèvera en vertu des oscillations remontantes. On sait par expérience qu'une force de succion le fera redescendre en temps utile.

» Ce tube étant disposé de cette manière et étant convenablement équilibré, il ne sera pas même nécessaire, pour le soulever, que ce flotteur exerce beaucoup d'effort, puisque la partie des pressions dites hydrostatiques sera assez sensiblement contrebalancée autour de l'anneau précité, sauf l'épaisseur des parois du tube et la petite quantité dont cet anneau pénétrera dans le caoutchouc du siége. Quand le tube sera soulevé, les pressions de l'eau, autour de son anneau inférieur, se trouveront contrebalancées dans les limites où elles le sont à l'écluse de l'Aubois, quand on n'y ajoute pas de flotteur, l'eau entourant cet anneau lorsqu'il est au haut de sa course.

» Il suffira que le flotteur exerce de bas en haut un effort sensiblement égal à celui du contrepoids, qui lève ce tube dans l'état où il est, quand les pressions sur son anneau extérieur sont assez contrebalancées par celles de l'eau qui monte à son intérieur en pressant cet anneau de bas en haut. Or l'expérience a appris que, lorsque ces conditions sont remplies dans les dernières périodes, une force de succion ramène ce tube sur son siége, et le tube d'aval se lève de lui-même. Enfin le tube d'amont reste levé, comme cela doit être, quand la différence des niveaux, entre le bief supérieur et l'écluse qui se remplit, devient trop petite pour qu'il soit utile de continuer à faire marcher l'appareil.

» Je n'insiste pas encore ici sur un moyen de faire redescendre de lui-même, dans de bonnes conditions, le tube d'aval, pendant le remplissage, *sans soupape ni cataracte,* jusqu'à ce qu'on ait étudié une modification de l'anneau inférieur de ce tube, suffisante pour le ramener sur son siége, à cause du retour d'une certaine quantité d'eau remontée dans l'écluse. On a bien obtenu cet effet, pour les dernières périodes de remplissage, mais d'une manière désavantageuse, parce qu'il faut laisser revenir trop d'eau pour engendrer une force de succion suffisante, à moins que le tube d'aval ne soit très peu levé, ce qui est une cause de perte de force vive, dans l'état actuel de l'anneau inférieur.

» Mais on peut compléter la marche entièrement automatique du système, sans employer ce principe, quand on a des moyens de se débarrasser des herbes, etc., en disposant au-dessous de ce tube, destiné alors à être entièrement levé pendant toute la durée du remplissage, un clapet qui restera constamment ouvert pendant toute la durée de la vidange. Ce clapet fonctionnera de lui-même, pendant le remplissage, comme celui d'un bélier aspirateur. Quand l'écluse sera pleine, il aura même l'avantage de contribuer, au besoin, à garder l'eau, dans le cas où il y aurait un petit

défaut accidentel dans le contact de l'anneau de ce tube avec son siége. Il est d'ailleurs bien à remarquer que la place de ce clapet serait ainsi choisie de manière à n'être l'occasion d'aucun surcroît de perte d'eau, comme cela se pourrait si, au lieu d'être mis à l'intérieur du système, il était posé sur la paroi du tuyau de conduite.

» D'après les expériences que j'ai faites sur un modèle, un clapet de ce genre fonctionne d'une manière entièrement automatique, sans qu'il soit nécessaire que sa charnière se trouve à une de ses extrémités : il suffit qu'elle ne soit pas trop près de son centre de figure.

» Les moyens indiqués dans cette Note, pour obtenir une marche entièrement automatique, semblent d'abord avoir, sans compensation, l'inconvénient de diminuer un peu le rendement des dernières périodes, parce qu'ils ne permettent pas aux oscillations en retour de produire tout leur effet. Mais ces périodes sont beaucoup moins importantes que les premières. D'ailleurs le clapet précité débarrasserait de la perte de force vive résultant de ce que le tube d'aval, dans l'état actuel des choses, pour les premières périodes, même quand il ne s'agit pas de marche automatique, se remplit à chaque période. Il résultera d'ailleurs des manœuvres combinées de cette manière qu'il y aura moins de temps perdu, ce qui permettra de diminuer les vitesses d'écoulement, et par conséquent les pertes de force vive, sans augmenter pour cela la durée de chaque opération.

Quant à la vidange de l'écluse, si l'on ajoutait sous le tube d'amont un clapet semblable, qui serait ouvert pendant toute la durée du remplissage du sas, on n'aurait pas non plus à considérer les effets du remplissage alternatif de ce tube, qui resterait levé pendant toute la durée de la vidange. Ce clapet aurait d'ailleurs l'avantage non seulement de diminuer la durée des oscillations en retour, mais d'aider au besoin à garder l'eau, s'il y avait un défaut accidentel dans le contact du tube d'amont avec le siége : il aurait surtout celui de permettre de faire rentrer au bief supérieur toute l'eau relevée, sans la faire monter au-dessus du niveau de ce bief, qui pourrait même avoir de grandes variations, comme cela arrive quelquefois dans certains canaux, si le sommet du tube d'aval était suffisamment prolongé.

» Une partie de ce qui vient d'être dit était loin d'être évident avant les dernières expériences, sur lesquelles je reviendrai quand elles seront complétées. On a seulement encore réalisé la marche automatique pendant la vidange de l'écluse. On pouvait craindre, pour cette partie de l'opération, que le tube d'aval, étant un peu soulevé, ne fût brusquement ramené sur

son siège en vertu de la succion de l'eau en mouvement sortant de ce tube. La disposition actuelle ne permettant pas de le modifier avant l'époque du chômage du canal, j'ai tourné la difficulté en réglant ses sections libres au moyen d'une pièce de bois qui y est attachée. Il en résulte pour le rendement quelques inconvénients provisoires qui n'auraient pas lieu si ce tube était modifié, comme il devra l'être, pour une autre application. Cependant *il suffit aujourd'hui de le lever une première fois et sans beaucoup d'effort pour que sa marche soit entièrement automatique.* Ce résultat m'a paru mériter déjà d'être signalé, à cause de sa simplicité, qu'on n'espérait pas me voir obtenir.

» Quant à l'application du système aux écluses *jumelles,* il suffirait à la rigueur d'avoir pour chaque sas un appareil de vidange ayant un seul tube relevant une partie de l'eau au bief supérieur, parce que, dans bien des cas, un des sas se viderait en relevant une partie de l'eau au bief supérieur, quand l'autre se remplirait. Les tubes mobiles des deux appareils pourraient être disposés dans une chambre qu'il serait facile de mettre, au moyen de petites portes du flot, alternativement en communication, soit avec le bief d'aval quand les sas devraient fonctionner indépendamment l'un de l'autre, soit avec le sas qui se remplirait.

» Cette première série d'expériences, montrant la réalisation expérimentale du principe de la marche automatique pendant la vidange de l'écluse, peut donc être déjà signalée comme intéressant les ingénieurs qui sont obligés de se servir des *écluses jumelles;* je reviendrai d'ailleurs, dans une autre Note, sur les résultats définitifs, qui ne peuvent être obtenus avec tous leurs avantages qu'après la modification des tubes mobiles. Quant à la pièce de bois employée *provisoirement* pour le tube d'aval, il est à peine nécessaire de faire remarquer que, pendant la vidange de l'écluse, étant frappée de bas en haut, elle est une cause d'hésitation dans la descente du tube d'aval, et qu'elle est aussi une cause d'hésitation pour sa levée, à cause des phénomènes connus du mouvement de l'eau autour des corps qui y sont plongés. Les résultats satisfaisants obtenus, malgré l'emploi de cette pièce de bois, avant qu'on ait pu modifier ce tube, m'ont paru assez heureux pour attirer l'attention. »

MÉTROLOGIE. — *Unités de la Mécanique et de la Physique* [1]
Note de M. **A. Ledieu**.

« I. L'usage du kilogramme-poids comme unité de force est tellement enraciné aujourd'hui dans nos mœurs industrielles, qu'on ne saurait songer à le faire disparaître, malgré l'inconvénient qui résulte de la variation de cette unité avec le lieu de l'observateur. Toutefois il y aurait moyen de lui donner une valeur fixe en la divisant, dans chaque calcul, par le rapport de la gravité g de la localité actuelle à la gravité g' d'un lieu convenu, le pôle par exemple. Ce mode d'opérer enlèverait à l'unité ainsi choisie tout caractère de nationalité particulière et ramènerait les choses à la supposition de l'immobilité rotative de la Terre ou à l'hypothèse d'un dynamomètre à ressorts inaltérables, étalonné au pôle. Au surplus, les masses auraient à subir une rectification identique à celle des forces.

» Le rapport précité varie de 1 à 0,9949 dans le vide vulgaire, et d'ailleurs pour une même élévation de l'observateur au-dessus du niveau de la mer. En ne tenant pas compte de ce rapport dans les expériences exécutées en différents pays, on s'expose à des erreurs de comparaison, surpassant notablement les erreurs inhérentes aux copies de l'étalon de poids. Dans les opérations où l'on substitue aux mesures avec des poids celles avec des instruments à ressorts, comme les indicateurs de pression, les chiffres obtenus se rapportent au kilogramme de l'endroit où les instruments ont été étalonnés.

» II. Pour terminer ce qui concerne la fixation des unités fondamentales absolues, nous rappellerons, à l'honneur de l'Astronomie française, que l'unité de temps mère, adoptée aujourd'hui partout, est le *jour solaire moyen*, tel que l'a défini Le Verrier, comme durée avec équation séculaire concomitamment au jour vernal moyen, et comme point de départ par rapport au Soleil vrai [2].

» Pratiquement, il n'y a pas ici d'étalon possible, et les mesures ne peuvent être qu'indirectes. D'ailleurs, l'unité de circonstance usitée en Mécanique et en Physique est la *seconde*.

» III. Quand il s'agit d'espace et de temps, il est manifestement licite d'appliquer les règles de l'Arithmétique aux unités adoptées; mais il n'en est plus de même pour les deux autres grandeurs fondamentales. En ce qui

---

[1] Voir les *Comptes rendus* du 2e semestre 1882, p. 1328.
[2] *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. V.

concerne les *forces*, ladite application exige que l'on admette le principe de leur indépendance, aussitôt après la définition de leur égalité par l'identité d'accélération produite sur un même corps.

» Pour les *masses*, on doit pareillement supposer *a priori* que deux masses égales ajoutées ensemble conservent leurs inerties respectives, sans s'influencer mutuellement. Cette nouvelle indépendance est inéluctablement liée à la précédente, en raison de ce que les forces sont expérimentalement inséparables des atomes d'où elles émanent comme de ceux qu'elles actionnent. Le postulatum complet qui englobe les deux premiers consiste dès lors dans l'indépendance des actions exercées ou ressenties par deux atomes en regard d'un troisième.

» En tout état de cause, l'unité de masse ne relève aucunement d'une manière nécessaire de l'unité de force, et *vice versâ*, car la masse et la force sont deux entités fondamentales distinctes dans leurs essences. L'égalité de deux masses doit, en principe, être établie en soumettant chacune d'elles à une seule et même force. C'est là l'unique moyen de définir rigoureusement cette égalité. Mais, en vertu de l'impossibilité précitée d'isoler les forces d'avec les atomes d'où elles émanent, on établit d'ordinaire l'égalité en faisant agir sur les deux masses un même corps à une distance déterminée. Cette manière de faire n'est pas rationnelle, parce qu'on ignore *a priori* si les deux masses sont de matière identique, et conséquemment si la loi d'action du corps tiers sur chacune d'elles est pareillement identique. Au besoin, il y aurait moyen de tourner la difficulté à l'aide du principe des forces vives, en y évaluant le travail par la Thermodynamique.

» Dans la conception de l'électricité par l'association de la matière éthérée à la matière pondérable ([1]), la remarque qui nous occupe a une importance capitale; car la loi d'action dont il s'agit ne saurait être la même pour les deux sortes de matières en vue. C'est par là que la matérialité des atomes de l'éther se différencie de la matérialité des atomes dits *pondérables*. En d'autres termes, l'accélération de la gravité dans le vide *absolu* (et non plus simplement vulgaire) serait différente pour l'une et pour l'autre des deux sortes d'atomes.

» Quoi qu'il en soit, entre les grandeurs L, T, F, M on a la relation

$$F = k\mathrm{MLT}^{-2}. \qquad (1)$$

» k est un coefficient qui d'habitude est pris égal à 1, afin de rendre la formule *cohérente*.

([1]) *Comptes rendus*, 2e semestre 1882, p. 669 et 753.

» La relation (1) a une importance philosophique sur laquelle il convient d'insister; elle est le lien nécessaire des quatre entités fondamentales, qui, avec les idées modernes poussées jusque dans leurs dernières conséquences, forment la base de la physique du monde : l'*espace*, le *temps*, la *force* et la *masse*.

» IV. Toutes les unités *fondamentales absolues* étant pratiquement spécifiées, les unités *dérivées* s'en déduisent sans difficulté en *Géométrie* et en *Mécanique*, après qu'on a eu défini les grandeurs auxquelles elles doivent se rapporter. Ces définitions impliquent *ipso facto* le droit d'appliquer aux grandeurs évaluées en leurs unités respectives les règles de l'Arithmétique.

» Les unités *dérivées* ont pour la plupart des noms spéciaux bien connus : *mètre carré* et *mètre cube* pour les unités de surface et de volume; *kilogrammètre* pour l'unité de travail ou d'énergie; *cheval-vapeur* pour l'unité de puissance, laquelle, soit dit en passant, constitue une sorte d'unité de vitesse de transformation de l'énergie, puisqu'elle représente une quantité de travail apparue ou disparue par unité de temps.

» Il y a nombre d'unités *dérivées* qui n'ont pas d'appellation spéciale. Telle est l'unité de vitesse, c'est-à-dire le rapport de l'unité de longueur à l'unité de temps, sauf en marine où elle prend le nom de *nœud* ($0^m,514$ par seconde, $0^m,514$ représentant une unité de longueur de circonstance en corrélation avec le mille marin). Ce manque d'appellation particulière porte préjudice à l'esprit de la méthode, et fait sans cesse confondre l'unité de vitesse avec l'unité de longueur. Une observation analogue est applicable à l'accélération, c'est-à-dire au rapport de la longueur au carré du temps.

» V. En *Physique*, les unités *dérivées* ne se présentent pas naturellement. Ainsi, pour les *pesanteurs spécifiques*, qui se définissent nécessairement par une formule, l'unité propre s'obtient à l'aide d'unités fondamentales de circonstance, telles que le kilogramme-masse et le décimètre-cube, ou le gramme-masse et le centimètre-cube, de façon à rendre cohérente la formule de définition. D'ailleurs cette unité n'a pas de nom spécial. De plus, elle correspond à une substance fictive, par rapport à laquelle la densité de l'eau pure à 4° vaut 1,00013 [1].

» Pour les *pressions*, l'unité dérivée qui les mesure prend le nom d'*atmosphère*, quand on les rapporte à la valeur moyenne de la pression atmosphérique; sinon, elle n'a pas d'appellation spéciale. En tous cas, les unités

---

[1] *Comptes rendus*, 2e semestre 1882, p. 1331.

absolues dont elle dépend ont d'ordinaire des valeurs de circonstance (kilogramme et centimètre carré).

» En *calorimétrie*, l'unité de température, le *degré*, n'a pas encore de définition offrant une précision indiscutable. On pourrait la constituer de diverses manières en fonctions d'unités absolues dérivées, telles que l'unité de volume et l'unité de pression. Il y aurait même moyen, à l'aide de considérations thermodynamiques, de la relier à l'unité de travail. Mais, jusqu'à nouvel ordre, il convient de la regarder comme une unité fondamentale supplémentaire, ne rentrant pas dans les unités absolues.

» L'unité de quantité de chaleur, la *calorie*, devient alors une unité dérivée par rapport à l'unité de température. Pour rendre cette unité tributaire des règles de l'Arithmétique, il faut admettre que deux quantités de chaleur ajoutées l'une à l'autre ne s'influencent pas mutuellement. Du reste, la calorie pourrait désormais disparaître et être remplacée dans les calculs par son équivalent mécanique en kilogrammètres.

» VI. En *électricité*, le Congrès des électriciens n'a pas adopté le moyen indiqué au § I, pour rendre rigoureux l'emploi du kilogramme-poids étalon et de ses copies comme unité de force, ce qui eût évité une scission désormais consommée avec la mécanique industrielle.

» Suivant les errements de l'Association britannique, le Congrès, on le sait, a tenu à ce que les unités de masse et de force se trouvent elles-mêmes indépendantes du lieu de l'observateur, et qu'en outre elles soient prises très petites, ainsi du reste que l'unité de longueur, en raison de l'exiguïté des grandeurs à apprécier dans les recherches de laboratoire.

» Les unités fondamentales de l'électricité, sauf la *seconde* de temps, sont ainsi devenues des unités spéciales à cette science, et comprenant le *centimètre*, le *gramme-masse* et la *dyne*, prise égale à $1^{\text{gr. poids}} : g^{c''}$, c'' étant l'unité d'accélération à $1^{\text{cm}}\,(1^{\text{s}})^2$. C'est ainsi que s'est trouvée constituée la base du système absolu C. G. S.

» Les unités dérivées de vitesse et d'accélération n'ont pas plus de nom particulier ici qu'en mécanique industrielle. De son côté, l'unité de travail s'appelle l'*erg* et vaut $1^{\text{dyne}} \times 1^{\text{c}} = 1^{\text{km}} : (g^{m''} \times 10^7)$. Mais l'unité de puissance ne possède pas d'appellation propre.

» VII. On désigne aujourd'hui les quatre *grandeurs primordiales* par les lettres connues L, T, M, F. Mais, au point de vue pédagogique, il importerait d'étendre cette manière de faire aux *grandeurs complexes*. Bien plus, il conviendrait d'affecter aussi des lettres ou des abréviations spéciales aux diverses unités, tant fondamentales que dérivées, que ces unités possèdent ou non une appellation propre. Les indications adoptées seraient mises en

supérieures, comme dans les exemples ci-dessus, aux lettres des grandeurs correspondantes, et cela aussi bien dans les formules de définition que dans les formules de démonstration à l'usage des praticiens. »

AGRONOMIE. — *Des terrains salants du Sud-Est.* Note de M. P. DE GASPARIN.

« Dans une Communication récente à l'Académie, M. Barral, secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture de France, en exposant dans une étude très intéressante les causes du succès des plantations de vignes sur les sables du cordon littoral d'Aigues-Mortes, signale, à côté de ces dunes dessalées, des terrains d'un niveau inférieur imprégnés de sel, et attribue leur état à un phénomène naturel; ces terrains seraient d'anciens étangs en communication intermittente avec la mer qui, successivement évaporés et remplis, auraient formé des salines naturelles d'après une méthode analogue à celle qu'on suit pour les salines artificielles du littoral de la Méditerranée ou de l'étang de Berre.

» Cette explication est très rationnelle pour les cas spéciaux dont s'occupait le savant secrétaire perpétuel; mais cette opinion, trop généralisée, peut entraîner et entraîne en effet des conséquences pratiques dangereuses, en faisant croire aux agriculteurs qu'ils n'ont affaire qu'à des dépôts salins limités en puissance et en étendue, en sorte que l'emploi de moyens combinés de submersion par l'eau douce, et d'écoulement ou d'épuisement des terrains salants qui ne communiquent plus depuis longtemps avec la mer, suffirait, au bout d'un petit nombre d'années, pour rendre ces terrains stériles à la culture et spécialement à la viticulture.

» Tout en admirant le courage, l'esprit d'entreprise et les moyens ingénieux employés par ceux qui ont tenté le dessalement de ce qu'on appelle dans le Sud-Est des *sansouïres*, j'ai cru nécessaire d'appeler l'attention des agronomes sur les conditions du problème à résoudre, afin d'inspirer aux praticiens de la prudence dans l'emploi de leur temps et de leurs capitaux.

» Les belles études de M. Peligot nous ont appris en effet que, dans les polders de la mer du Nord, une fois la communication entre la mer et les terrains interceptée, au bout d'un petit nombre d'années, par le simple épuisement des eaux météoriques, les polders sont dessalés et propres à toutes les cultures que comportent le climat et le sol.

» Il n'y a pas de comparaison possible entre les polders et les terrains salants de la basse vallée du Rhône. Depuis bien des années pour un certain nombre, depuis des siècles pour la plupart, depuis les âges géologiques

pour quelques-uns d'entre eux, la communication avec la mer n'existe plus. Ils ont subi constamment l'action des eaux météoriques, du débordement des rivières, d'écoulement par des canaux, de dessèchement sans communication directe avec des eaux salées, et cependant leur condition ne s'est pas modifiée; ils ont toujours été terrains salants et le sont encore, et ne portent que la végétation caractéristique de ces terrains.

» La première conclusion à tirer de cette observation générale est celle-ci : tout au moins l'entreprise de dessalement d'un terrain salant, tout au rebours de la création d'un polder, est un problème indéterminé. Que le dépôt de sel qui, par les eaux souterraines, entretient la salure soit voisin ou éloigné, on ignore sa puissance, et par conséquent on ne sait si c'est en dix, vingt ou trente années de submersion et de drainage ou d'épuisement qu'on en viendra à bout. Sans doute des combinaisons rationnelles multiplient les années, et peuvent faire dans un temps limité ce que les siècles n'ont pas fait, à cause de l'imperfection des écoulements qui n'étaient souvent que des écoulements de surface et n'agissaient que dans une faible mesure. Mais le problème n'en reste pas moins indéterminé, et les accidents inévitables et connus sont bien assez redoutables pour l'agriculteur, sans y joindre les déceptions de l'inconnu, la poursuite d'une chance heureuse.

» La deuxième conclusion est qu'en tout cas on ne doit jamais tenter le dessalement de terrains depuis longtemps sans communication avec la mer à un niveau de plus de 7^{m} au-dessus de l'étiage de la Méditerranée et pourvus depuis longtemps d'écoulements invariables; on ne peut raisonnablement tenter d'improviser ce que les siècles n'ont pas fait, quand on ne peut augmenter que faiblement par des submersions temporaires l'effet des eaux douces sur les terrains salants.

» La troisième conclusion, tirée de l'examen du bassin géologique et conforme à l'opinion d'Émilien Dumas, de Sommières, géologue très distingué, et du comte de Gasparin, est celle-ci. Puisqu'on trouve encore des terrains salants à des altitudes de plus de 100^{m} au-dessus du niveau de la Méditerranée; puisqu'une vaste formation gypseuse s'étend de Sainte-Victoire, près d'Aix, jusqu'à Malaucène, au pied du mont Ventoux, puisque toutes les sources qui émergent dans la basse vallée contiennent en des proportions variées du sel marin, quoique venant à eau courante de la vallée de la Durance; puisque les dépôts de sel gemme sont souvent les associés des formations gypseuses, n'est-il pas permis de craindre que les sources

salées qui entretiennent la salure d'une partie des sansouïres ne viennent de dépôts éloignés et indéfinis en étendue, en sorte que l'assainissement de ces terrains serait pour cette partie-là un problème insoluble ?

» En tous cas, j'ai cru nécessaire, en raison du mouvement agricole dont je suis le témoin, d'appeler de nouveau l'attention sur cette question importante. »

RAPPORTS.

ÉLECTRICITÉ. — *Rapport sur les machines électrodynamiques appliquées à la transmission du travail mécanique de M.* Marcel Deprez.

(Commissaires : MM. Bertrand, Tresca, de Lesseps, de Freycinet; Cornu, rapporteur).

« A l'occasion des Communications de M. Tresca sur les expériences de M. Marcel Deprez, une Commission fut, sur la proposition de M. le Secrétaire perpétuel, nommée pour examiner de nouvelles expériences (séance du 19 février 1883). M. Cornu, au nom de la Commission, rend compte ainsi qu'il suit de la mission qui lui a été confiée.

» Le problème du transport à grande distance de la force, par l'intermédiaire d'un courant électrique, intéresse à la fois l'Industrie et la Science. En effet, si l'on pouvait utiliser la totalité ou même seulement une partie minime des forces naturelles, telles que celles des torrents, des marées, etc., qui sont perdues par suite de la distance des régions où elles se développent, l'industrie trouverait, sous une forme inépuisable, l'aliment qu'elle emprunte aux combustibles minéraux, dont l'abondance n'est pas indéfinie et sur l'avenir desquels les économistes ne sont pas sans inquiétude.

» La Science, de son côté, ne peut rester indifférente à la solution de ce grand problème, dont elle a fourni tous les éléments, énoncé toutes les lois. Les ingénieurs viennent puiser chez elle les principes, sources de leurs progrès incessants, et en échange lui apportent des engins nouveaux, d'une puissance croissante, qui lui permettent de pousser plus avant ses investigations et de préparer l'avenir.

» Comme pour la plupart des grands progrès industriels modernes, c'est dans le laboratoire du savant qu'on trouve l'origine de cette belle question :

le premier exemple de transport de la force à distance a été en effet accompli par Faraday. En poussant l'aimant inducteur dans la bobine induite, Faraday faisait dévier l'aiguille de son galvanomètre : l'effort de sa main produisait donc, à quelques mètres de distance, un effort sur l'aiguille par l'intermédiaire d'un courant électrique, effort minuscule, il est vrai, mais qui est véritablement le germe de tous les progrès ultérieurs.

» Gauss et Weber augmentèrent la distance de transmission et la grandeur de l'effort. Aujourd'hui on cherche à transmettre à plusieurs dizaines de kilomètres ou de myriamètres la force motrice nécessaire à une puissante usine; et de plus on demande que l'opération soit économique.

» C'est là en effet ce qui constitue la difficulté du problème, dont les trois termes caractéristiques sont :

» 1° Transporter par l'intermédiaire du courant électrique une quantité d'énergie considérable;

» 2° La transporter à une grande distance;

» 3° Faire en sorte que le prix de revient spécifique (c'est-à-dire rapporté à la quantité d'énergie transmise) des machines et des conducteurs intermédiaires ne dépasse pas une valeur donnée.

» Ces trois termes sont également importants; car, si l'on consent à supprimer l'un d'eux, les difficultés disparaissent, le problème devient facile, sinon résolu depuis longtemps.

» Il semble qu'on doive ajouter comme quatrième terme une condition à laquelle les mécaniciens accordent généralement une importance capitale, à savoir que le rendement, c'est-à-dire le rapport du travail transmis au travail dépensé, soit aussi élevé que possible.

» Dans les conditions spéciales où le problème du transport de la force se pose, la question de rendement n'est qu'accessoire, car il s'agit le plus souvent de mettre en œuvre des forces inutilisées par l'éloignement de leur source; aussi, quelque faible que soit la proportion utilisée, pourvu qu'elle revienne à bon marché, le résultat sera toujours avantageux. Néanmoins il est évident que la solution du problème sera d'autant plus parfaite que le rendement obtenu sera plus élevé.

» Il pourrait paraître utile, pour mieux juger l'état de la question, de rappeler les essais de transport électrique d'énergie exécutés dans ces dernières années, soit en France, soit à l'étranger; mais cette énumération, même succincte, des principaux essais nous entraînerait hors des limites imposées à ce Rapport et n'aurait qu'un intérêt secondaire. Ces essais, si intéressants

qu'ils soient, au point de vue historique, ne remplissent pas pour la plupart l'une des trois conditions indispensables indiquées plus haut.

» En effet, la quantité de travail transmis est parfois notable, comme dans l'expérience de Sermaize, dans le chemin de fer électrique de MM. Siemens et dans de récentes installations faites aux mines de la Peronnière et de Blanzy; mais la distance, c'est-à-dire la résistance des fils conducteurs, est très faible (quelques ohms au plus); d'autres fois la résistance est plus considérable, mais alors la quantité de travail utile transmis est insignifiante; de plus, dans la majeure partie des cas, aucune disposition sérieuse n'a été prise pour mesurer d'une manière précise le travail dépensé ou le travail recueilli.

» La seule expérience où l'on ait cherché à remplir les conditions réelles du problème est celle de Miesbach-Munich, exécutée par M. M. Deprez à une distance de 57^{km}; la jonction établie par les fils télégraphiques représentait une résistance totale de 950 ohms, et le travail transmis a dépassé $\frac{1}{2}$ cheval. Le télégramme de félicitations que le Dr Von Beetz, Président du Comité technique de l'Exposition, a adressé, le 2 octobre 1882 à l'Académie, pour annoncer le succès de l'expérience, témoigne de l'importance du résultat acquis : la violence des polémiques qui s'élevèrent à ce propos suffirait peut-être à elle seule à prouver que l'auteur avait, sinon résolu le problème, du moins en avait touché de bien près la solution.

» Nous n'avons point à examiner ni à juger cette expérience, exécutée dans des conditions imparfaites et pour laquelle d'ailleurs les mesures électriques et dynamiques sont notoirement insuffisantes.

» Le rôle de votre Commission doit donc se borner à exposer succinctement les résultats des expériences auxquelles elle a pris part; elles ont d'autant plus d'intérêt qu'elles sont le complément et la confirmation de celles dont l'un de nous a rendu compte en détail dans les séances des 19 et 26 février 1883.

» Ces expériences ont été exécutées le 4 mars dernier aux Ateliers du Chemin de fer du Nord, gracieusement mis à la disposition de M. Deprez pour l'application de ses machines dynamo-électriques au transport de la force par l'intermédiaire d'un fil télégraphique.

» La disposition générale des machines était celle qui a été décrite précédemment (*loc. cit.*) et que nous allons rappeler en quelques mots.

» La machine génératrice (type M. Deprez, n° 20) était reliée à la machine réceptrice (machine Gramme, type D, transformée) d'un côté par un fil

court et peu résistant, de l'autre par un fil télégraphique en fer galvanisé de 4^{mm} de diamètre, passant par la station du Bourget et présentant un développement total de 17^{km}.

» Cette disposition offrait l'avantage de placer les deux machines côte à côte et de faciliter singulièrement les mesures simultanées : elle diffère, il est vrai, des conditions imposées au transport de la force à grande distance, à cause de la jonction directe des deux machines : on pourrait donc élever une objection contre ce mode d'expérience.

» On sait en effet que l'essai d'appareils télégraphiques, dans les conditions de jonction où se trouvent les deux machines, ne permettrait aucune conclusion sur la valeur des appareils au point de vue de leur rendement en ligne, c'est-à-dire de leur rapidité de fonctionnement ; mais cette objection s'amoindrit singulièrement si l'on remarque que les signaux télégraphiques sont caractérisés par la discontinuité des courants, discontinuité que la capacité électrique des longues lignes, l'électrification des isolants, etc., tendent à effacer et à détruire ; c'est pourquoi les lignes télégraphiques ne peuvent être, au point de vue de l'appréciation des appareils, remplacées par un fil court de résistance équivalente. Mais, pour la transmission d'un courant uniforme, ces difficultés n'existent nullement, car il s'agit de savoir seulement si le flux électrique parcourt sans complications le circuit donné, ce dont on a eu la preuve numérique dans chaque expérience : l'objection tirée de la comparaison avec les appareils télégraphiques perd donc la plus grande partie, sinon la totalité de sa valeur.

» Il en eût été tout autrement si les courants utilisés avaient été alternatifs, comme dans certaines machines servant à la production de la lumière : aussi la Commission, sans s'arrêter à cette objection, a-t-elle, sous bénéfice de certaines réserves (1), accepté les conditions qui lui ont été offertes et examiné en détail tous les éléments qu'il a été possible d'observer.

---

(1) Le désir a été exprimé par un des membres qu'on pût établir à volonté une communication avec le sol sur le fil court joignant les deux machines ; il eût été, en effet, fort intéressant de comparer les résultats obtenus avec ou sans cette communication au sol qui aurait modifié profondément la distribution des potentiels dans le circuit sans altérer théoriquement l'intensité du courant ; on aurait eu, en outre, un contrôle de l'isolement de la ligne : des difficultés matérielles (sans compter le danger qui pouvait résulter pour les observateurs appelés à toucher des machines imparfaitement isolées) ont empêché de réaliser cette disposition. On verra du reste plus loin que les déterminations électriques apportent, dans chaque expérience, une vérification satisfaisante du fonctionnement de la ligne télégraphique.

» Voici le résultat des mesures exécutées par la Commission. M. Tresca s'était chargé des mesures dynamométriques, M. Cornu des mesures électriques.

I. — Données dynamométriques

(Dynamomètre enregistreur du général Morin).

	Dynamomètre.		Génératrice.	Réceptrice.		
Numéro de l'expérience.	Nombre de tours par minute. v.	Ordonnée moyenne du diagramme. y.	Nombre de tours par minute. N.	Nombre de tours par minute. n.	Charge du frein.	Remarques.
		mm			kg	
I	59	12,68	378	104	5	
II	57	13,18	370	88	5	
III	40	1,79	»	»	»	
IV	157	3,53	»	»	»	
V	132	14,43	850	602	5	Expérience interrompue.
VI	144	14,29	923	709	5	
VII	132	14,05	850	643	5	Frein mal tenu.
VIII	159	15,04	1024	799	5	
IX	155	2,69	»	»	»	
X	166	2,00	»	»	»	

Circonférence de la poulie du dynamomètre de transmission, y compris la demi-épaisseur de la courroie	$C + \frac{1}{2}\varepsilon = 2{,}623$ m
Circonférence de l'extrémité du levier du frein de la réceptrice	5,00
Rapport des vitesses de rotation de la génératrice au dynamomètre, déduit des rayons des poulies de transmission augmentés de la demi-épaisseur des courroies	6,35

II. — Données électriques.

Résistances mesurées avant l'expérience.

				ohms
Machines.	Génératrice.	Résistance approximative des 4 inducteurs	$4 \times 5^{\text{ohms}} =$	20
		» » des 2 anneaux	$2 \times 18^{\text{ohms}} =$	36
		Résistance totale	$R =$	56,62
	Réceptrice.	Résistance approximative des inducteurs		47
		» » de l'anneau		36
		Résistance totale	$r =$	85,92
Circuits.		Ligne télégraphique	$\rho =$	160,62
		Résistance additionnelle employée quelquefois		285
Galvanomètres.		Galvanomètre n° 1 (employé avec une résist. de $50000^{\text{ohms}} = g'$).	$g_1 =$	55,23
		Galvanomètre n° 2 (employé avec un shunt de $1^{\text{ohm}},23 = s$).	$g_2 =$	29,73

Lectures des galvanomètres pendant les expériences

(Galvanomètres système M. Deprez).

	Mesure de la différence de potentiel. Galvanomètre n° 1. (Avec résist. add. de 50000^{ohms}).			Mesure de l'intensité. Galvanomètre n° 2. (Shunté par $1^{\text{ohm}},23$).		
Numéro de l'expérience.	Zéro des déviations.	Communication avec les bornes de la machine — génératrice.	Communication avec les bornes de la machine — réceptrice.	Zéro des déviations.	Intercalation dans le circuit.	Remarques.
I	1,00	4,15	2,40	0,60	−9,10	
II	1,00	4,25	2,55	0,60	−9,60	
V	1,00	8,78	»	»	»	Interrompue.
VI	1,55	10,60	8,85	0,60	−9,60	
VII	1,50	10,00	8,00	0,60	−9,80	
VIII	1,50	11,70	10,20	0,60	−9,55	

III. — Coefficients de réduction des mesures dynamométriques.

» 1° *Calcul du travail total transmis par le dynamomètre de transmission.* — L'aire du tracé sur les bandes de l'enregisteur a été relevée au planimètre d'Amsler par portions de $0^{\text{m}},40$ de longueur environ : les résultats sont la moyenne des chiffres très concordants obtenus par deux observateurs indépendants ayant chacun leur planimètre.

» Le dynamomètre a été taré à nouveau après les expériences et a redonné le chiffre $8^{\text{kgr}},8$ par millimètre obtenu précédemment (Voir plus loin le tarage de dynamomètre).

» Le travail transmis en une minute par le dynamomètre est égal au produit de l'ordonnée moyenne $y \times 8^{\text{kg}},8$ par la circonférence C de la poulie, en tenant compte de la demi-épais-

seur de la courroie (exprimée en mètres), multiplié par le nombre de tours ν en une minute : divisant ce produit par 75×60, on obtient ce travail en *chevaux-vapeur*

$$T = y \times \frac{C + \frac{1}{2}\varepsilon}{60 \times 75} \times 8,8 = y\nu \times 0,00513.$$

» 2° *Calcul du travail transmis à l'arbre de la génératrice.* — Le dynamomètre étant monté sur un arbre auxiliaire qui transmettait le mouvement à l'arbre du dynamomètre par une poulie auxiliaire, de manière à multiplier la vitesse de rotation par 6,35, on a été conduit à mesurer le travail dû à cette double transmission en faisant marcher la génératrice en circuit ouvert (Expériences III, IV, IX, X). La soustraction du travail de transmission s'effectue en retranchant de l'ordonnée moyenne y l'ordonnée y_0 correspondant au travail à circuit ouvert, la vitesse de rotation étant sensiblement la même.

» L'expérience III a servi ainsi à calculer le travail des expériences I et II, transmission déduite, la moyenne de IV et IX à calculer les autres.

» Ces deux manières de calculer le travail moteur cédé à la génératrice, transmission comprise ou transmission déduite, fournissent évidemment une limite supérieure et une limite inférieure du travail réellement dépensé par la machine ; toutefois la limite inférieure, qui n'élimine que le travail des forces résistantes de l'arbre à circuit ouvert, plus rapprochée des conditions théoriques, sera employée de préférence dans la discussion des phénomènes purement électriques qu'il importe ici d'analyser.

» 3° *Calcul du travail recueilli sur l'arbre de la réceptrice.* — Le travail par tour en chevaux est évidemment égal à

$$\frac{5^{m} \times 5^{k}3}{75 \times 60} = 0^{chv},005556.$$

» Il ne comprend pas le travail des résistances passives de l'arbre : travail difficile à évaluer, surtout si l'on veut tenir compte de la vitesse.

» 4° *Rendement dynamométrique brut et rendement transmission déduite.* — Le rendement brut est le quotient du travail mesuré au frein de la réceptrice divisé par le travail mesuré au dynamomètre de transmission. Le rendement, transmission déduite, est le quotient du travail mesuré au frein de la réceptrice divisé par le travail mesuré au dynamomètre de transmission, diminué du travail absorbé par la transmission et par l'arbre de la génératrice.

» *Tarage du dynamomètre de rotation.* — Le dynamomètre employé est celui du général Morin, appartenant au Conservatoire des Arts et Métiers. Il permet d'enregistrer sur une bande de papier, qui se déroule proportionnellement à la vitesse de rotation, l'effort exercé sur la poulie du dynamomètre, mesuré par la flexion d'un double ressort d'acier à profil parabolique.

» Voici le détail des observations effectuées pour le tarage de ce dynamomètre à la fin des expériences, lorsque l'appareil est rentré à la galerie des machines du Conservatoire.

» On donne le relevé des ordonnées correspondant à toutes les charges, croissant ou décroissant par 20^{kg}, pour constater que la flexion enregistrée est sensiblement proportionnelle à l'effort.

» Pour calculer la constante du dynamomètre, on a retranché de l'ordonnée maximum celle qui correspond à la première ou à la dernière charge de 20^{kg} : on élimine ainsi la *parallaxe* des crayons.

Relevé des bandes du dynamomètre dans l'opération du tarage.

Charges appliquées au dynamom.	II. Dans le sens de la marche pendant les expériences. Distance des traits à vide.	Flèches en charg.	Flèches par 20 k.	Flèches en décharg.	Flèches par 20 k.	III. En sens contraire. Distance des traits à vide.	Flèches en charg.	Flèches par 20k.	Flèches en décharg.	Flèches par 20k.	Distance des traits à vide.	IV. Dans le sens de la marche pendant les expériences. Distance des traits à vide.	Flèches en charg.	Flèches par 20k.	Flèches en décharg.	Flèches par 20k.	Distance des traits à vide.
kg		mm		mm			mm		mm				mm		mm		
20..	0	2,2	2,2	2,3	2,5	2,2	4,5	2,3	5,4	2,1	3,0	1,7	4,8	3,1	5,4	2,9	3,1
40..	»	4,5	2,3	4,8	2,6	2,3	6,7	2,2	7,5	2,3	3,1	2,0	7,0	2,2	8,3	2,2	3,2
60..	»	6,8	2,3	7,4	2,0	2,3	9,0	2,3	9,8	2,4	3,2	2,0	9,4	2,4	10,5	2,3	3,2
80..	»	9,1	2,3	9,4	2,4	»	11,2	2,2	12,2	2,0	»	»	12,0	2,6	12,8	2,2	»
100..	»	11,6	2,5	11,8	2,3	»	13,6	2,4	14,2	2,3	»	»	14,5	2,5	15,0	2,2	»
120..	»	14,0	2,4	14,1	1,9	»	15,9	2,3	16,5	2,2	»	»	16,8	2,3	17,2	2,5	»
140..	»	16,2	2,2	16,0	2,4	»	18,3	2,4	18,7	2,2	»	»	19,2	2,4	19,7	2,1	»
160..	»	18,4	2,2	18,4	2,1	»	20,8	2,5	20,9	2,5	»	»	21,4	2,2	21,8	2,0	»
180..	»	20,5	2,1	20,5	2,1	»	22,9	2,1	23,4	2,1	»	»	23,8	2,4	23,8	2,3	»
200..	»	22,8	2,3	22,6	2,4	»	25,3	2,4	25,5	2,0	»	»	25,9	2,1	26,1	2,1	»
220..	»	24,8	2,0	25,0	»	»	27,4	2,1	27,5	»	»	»	28,0	2,1	28,2	»	»
		24,8		25,0			27,4		27,5				28,0		28,2		
		— 2,2		— 2,3			— 4,5		— 5,4				— 4,8		— 5,4		
		22,6		22,7			22,9		22,1				23,2		22,8		
		22,65					22,50						23,00				
		200 : 22,65 = 8,83					200 : 22,50 = 8,89						200 : 23,00 = 8,69				

Moyenne $8^{kg},80$ par millimètre.

Ainsi l'ordonnée de 1^{mm} sur la bande de l'enregistreur correspond à un effort de $8^{kg},8$ à la circonférence de la poulie du dynamomètre munie de sa courroie.

IV. — COEFFICIENTS DE RÉDUCTION DES MESURES ÉLECTRIQUES.

» 1° *Calcul des différences de potentiel* U *aux bornes d'une machine.* — On observe l'intensité i dans la dérivation formée par le galvanomètre n° 1 dont la résistance propre est g et la résistance additionnelle s : on a évidemment

$$(g+g')i = U.$$

» On obtient l'intensité en ampères en multipliant la déviation δ du galvanomètre n° 1 par $m = 0,00458$ (*voir* plus loin le tarage des galvanomètres), et, comme $g_1 = 55^{\text{ohms}},23$ et $g' = 50000^{\text{ohms}}$, on a

$$U = \delta \times 50055 \times 0,00458 = 229,25\,\delta,$$

exprimée en volts.

» 2° *Calcul de la force électromotrice* E *développée dans la machine.* — Le circuit dérivé ci-dessus, complété par le circuit de la machine, donne, d'après la loi de Kirchhoff,

$$(g+s)i + RI = E,$$

ou bien

$$E = U + RI,$$

R étant la résistance de la machine, I l'intensité du courant principal et E la force électromotrice développée.

» Pour la réceptrice E, U et I sont de même signe. On aura donc numériquement à ajouter RI à U.

» Pour la réceptrice, e et u sont de signe contraire à I. On aura donc numériquement

$$e = u - rI.$$

» 3° *Calcul de l'intensité du courant principal* I. — Elle est donnée par la déviation Δ du galvanomètre n° 2, dont la résistance est $g_2 = 29,73$, dont les bornes sont réunies par un fil de résistance $s = 1,23$. On a évidemment

$$I = i\left(1 + \frac{g_2}{s}\right),$$

i étant l'intensité lue au galvanomètre : on l'obtient en ampères, en multipliant la déviation Δ par $M = 0,00980$ (*voir* plus loin le tarage des galvanomètres), de sorte qu'on a

$$I = \Delta . 0,0098\left(1 + \frac{29,73}{1,23}\right) = \Delta \times 0,247.$$

» *Tarage des galvanomètres.* — Les deux galvanomètres que M. Deprez a employés sont formés par une lame d'acier fendue en *arête de poisson*, maintenue entre les branches d'un aimant puissant. On les a tarés simultanément au lieu même des expériences, avant et après la séance du 4 mars, en les mettant dans le circuit d'une pile de 10 daniells, montée depuis trois jours (cylindres de zinc de 10^{c} de hauteur), accouplés comme 5 éléments à double surface, avec une série de résistances prises sur la boîte servant aux mesures.

Première série (avant les expériences).

Résistance additionnelle x.	Lectures. Galvanomètre n° 1.		Lectures. Galvanomètre n° 2.		Déviations conclues. Galv. n° 1. 2δ.	Déviations conclues. Galv. n° 2. 2Δ.
ohms	°	°	°	°	°	°
0.......	−13,75	11,17	6,40	−5,22	24,42*	11,62*
100.....	− 7,00	5,10	3,45	−2,22	12,10	5,67
200.....	− 5,00	3,05	2,47	−1,30	8,05	3,77
300.....	− 4,00	2,10	2,00	−0,85	6,10*	2,85*
400.....	− 3,55	1,70	1,65	−0,55	5,25	2,20(1)
500.....	− 2,95	1,07	1,47	−0,45	4,02	1,92
1000....	− 1,95	0,25	1,10	−0,00	2,20	1,10

Deuxième série (après les expériences).

ohms	°	°	°	°	°	°
0.......	−11,80	13,60	6,45	−5,20	25,40*	11,65*
100.....	− 5,10	6,90	3,45	−2,15	12,00	5,60
200.....	− 3,00	4,80	2,47	−1,80	7,80	3,67
300.....	− 1,95	3,95	1,95	−0,73	5,90	2,68
400.....	− 1,50	3,40	1,80	−0,45	4,90*	2,25*

» L'intensité $i = m\delta = M\Delta = \frac{5D}{a+x}$, D étant la force électromotrice d'un élément Daniell et a la somme des résistances fixes. On a évidemment, en retranchant l'inverse de deux valeurs δ', δ'',

$$\frac{1}{2m\delta'} - \frac{1}{2m\delta''} = \frac{x'-x''}{10D};$$

d'où

$$= \frac{10D}{x'-x''}\left(\frac{1}{2\delta'} - \frac{1}{2\delta''}\right).$$

» En adoptant les chiffres marqués d'un astérisque dans chaque série, on obtient:

	Galvanomètres n° 1.	Galvanomètres n° 2.
Première série.........	$m = 0,004100$ D	$M = 0,008827$ D
Deuxième série.........	$m = 0,004118$ D	$M = 0,008965$ D
Moyenne...........	$m = 0,00411$ D	$M = 0,0890$ D

Troisième série.

Une troisième série de mesures a été faite en mesurant la valeur absolue de l'intensité dans le circuit contenant une pile de 5 éléments Daniell simples et les deux galvanomètres, et une résistance x dont les extrémités présentaient une différence de potentiel égale à celles des pôles d'un élément Daniell. On a trouvé

$$2\delta = 18°,57, \quad 2\Delta = 8°,76,$$

(1) Incertaine, s'accorde mal avec l'ensemble.

et pour $x = 24^{\text{ohms}},7$, d'où $i = \frac{D}{24,7}$ en ampères,

$$m = 0,00436\,D, \quad M = 0,00924\,D.$$

» Si l'on prend la moyenne de ce résultat et du précédent en adoptant $D = 1^{\text{volt}},08$, on obtient la valeur en ampères d'une division,

$$m = 0^{\text{amp}},00458, \quad M = 0^{\text{amp}},00980.$$

» La réduction des observations conduit aux résultats suivants :

RÉSULTATS DYNAMOMÉTRIQUES.

Numéro de l'expérience.	Nombre de tours par minute.		Travail mécanique				Rendement dynamométrique.	
	Génératrice.	Réceptrice.	fourni par la poulie du dynamomètre.	fourni à la génératrice.	recueilli au frein de la réceptrice.	transmis par tour de la génératrice.	brut.	transmission déduite.
	N	n	T	T_m	T_u		$\frac{T_u}{T}$	$\frac{T_u}{T_m}$
			ch	ch	ch	ch		
I.....	378	104	3,838	3,296	0,578	0,00153	0,151	0,176
II....	370	88	3,854	3,331	0,489	105	0,127	0,147
V....	850	602	9,771	7,665	3,344	393	0,342	0,435
VI...	923	709	10,556	8,259	3,939	427	0,372	0,477
VII...	850	643	9,514	7,408	3,572	420	0,375	0,482
VIII..	1024	799	12,267	9,731	4,439	433	0,362	0,456

» L'inspection de ce Tableau montre que le travail absorbé par la génératrice et transmis à la réceptrice a augmenté avec la vitesse de la génératrice.

» Le fait capital est qu'on a atteint le transport de près de *quatre chevaux et demi* à travers une résistance effective de 160^{ohms}, représentant une double ligne télégraphique de $8^{\text{km}},5$ de longueur.

» Quant au rendement brut, il représente $37\frac{1}{2}$ pour 100 du travail dépensé ; c'est le chiffre qu'on peut adopter si l'on veut tenir compte dans une certaine mesure des pertes que toute machine motrice absorbe pour son fonctionnement et qu'on rencontre, quel que soit le moteur employé. Si, au contraire, on veut faire abstraction du moteur mécanique pour s'attacher exclusivement au résultat produit par les transformations successives de l'énergie, on peut dire que le rendement dynamométrique a dépassé 48 pour 100.

» A quelque point de vue qu'on se place, ces résultats sont considérables et feront époque dans l'histoire du grand problème industriel et scientifique auquel M. Marcel Deprez consacre ses efforts depuis plusieurs années.

» La discussion des chiffres du Tableau paraît indiquer que, si la quantité de travail transmis va en augmentant avec la vitesse des machines, le rendement a passé par un maximum, pour une vitesse de la génératrice voisine de 850 tours. Cette conclusion, déduite de résultats trop peu nombreux, n'aurait pas d'importance si les expériences du 18 février ne conduisaient pas à la même remarque [1].

» Nous la signalons en passant, afin que les études ultérieures puissent éclaircir cette conclusion, qui ne s'accorde pas avec ce qu'on pense généralement à ce sujet. En revanche, on remarquera que la quantité de travail transmis croît plus que proportionnellement à la vitesse de la génératrice, mais en convergeant vers la proportionnalité.

» Cette remarque tend à démontrer que la génératrice n'a pas encore atteint le maximum de son effet et qu'une rotation plus rapide permettrait de transmettre une quantité de travail notablement plus grande.

» L'expérience confirme d'ailleurs, sous une autre forme, cette manière de voir : à ces grandes vitesses de la génératrice, la réceptrice dont on faisait usage, et qui était une ancienne machine Gramme modifiée, paraissait avoir atteint son maximum de transmission. Ses collecteurs étaient le siège d'étincelles continues extrêmement brillantes, et souvent des cercles de feu entouraient subitement toute la périphérie de l'arbre; la machine était en quelque sorte saturée, et il y aurait eu danger de la détruire si on lui avait imposé un travail électrique plus considérable. La génératrice fonctionnait au contraire d'une manière beaucoup plus régulière; les étincelles aux collecteurs étaient faibles : il est donc fort probable, suivant l'opinion de M. Deprez, qu'on eût obtenu une transmission plus considérable et un rendement plus grand si l'on avait pu disposer comme réceptrice d'une machine identique à la génératrice [2].

(1) *Chiffres déduits des Tableaux de M. Tresca (loc. cit.,* p. 332).

Numéro de l'expérience.	Nombre de tours par minute de la génératrice.	Travail mécanique fourni à la génératrice.	Travail recueilli à la réceptrice.	Rendement, transmission déduite.	Remarques.
		ch	ch	ch	
VI.....	792	7,852	3,211	0,409	Le rendement de la réceptrice a pu être légèrement amélioré dans les expériences du 4 mars, par suite de la suppression d'un coussinet et d'un nouveau calage des balais.
VII....	705	7,101	2,711	0,382	
IX.....	876	8,853	3,611	0,408	
X......	883	8,966	3,683	0,411	

(2) Lors de l'étude de cette génératrice en vue de la détermination de sa caractéristique à

RÉSULTATS ÉLECTRIQUES.

Numéro de l'expérience.	Nombre de tours par minute de la génératrice N.	Nombre de tours par minute de la réceptrice n.	Intensité I.	Différence de potentiel aux bornes de la génératrice U.	Différence de potentiel aux bornes de la réceptrice u.	Résistance effective de la ligne télégraphique $\frac{U-u}{I}$.	Force électromotrice totale développée dans la génératrice E.	Force électromotrice totale développée dans la réceptrice e.	Rendement électrique $\frac{e}{E}$.
			amp.	volts	volts	ohms	volts	volts	
I....	378	104	2,39	722	321	167	855	116	0,136
II....	370	88	2,52	745	355	155	888	138	0,155
VI...	923	709	2,52	2086	1685	159	2229	1468	0,658
VII..	850	643	2,57	1937	1479	179	2083	1258	0,604
VIII..	1029	799	2,50	2338	1994	138	2480	1779	0,717
	Valeur moyenne...............					159,6			

» Le premier résultat à constater sur ce Tableau, c'est que la ligne télégraphique a sensiblement présenté pendant la transmission de la force, c'est-à-dire avec un courant d'environ $2^{amp},5$, la résistance de 160^{ohms} qu'on lui trouve avec le courant de $0^{amp},01$ pendant les essais préalables. C'est ce que montre la colonne intitulée *Résistance effective de la ligne télégraphique*, obtenue en divisant par l'intensité I la différence $U - u$ qui représente en définitive la différence de potentiel aux extrémités de la ligne : la moyenne des résultats, 159,6, coïncide avec le chiffre 160, déterminé bien des fois.

» La divergence des résultats partiels provient des oscillations inévitables de la vitesse des machines, et surtout de l'impossibilité où l'on était de faire des mesures de U, u, I absolument simultanées.

» Cette identité entre la résistance effective de la ligne et la résistance mesurée est très importante au point de vue de l'accord entre la théorie et l'expérience pour l'analyse des phénomènes de transformation d'énergie dans le circuit. Elle montre que la consommation d'énergie nécessaire pour franchir la résistance de 160 ohms est, pratiquement, exactement égale à la valeur prévue par la théorie. Cette quantité d'énergie, exprimée en kilogrammètres par seconde, est égale à $\frac{\rho I^2}{g}$ et, en chevaux-vapeur, $\frac{\rho I^2}{75g}$. Comme

---

la vitesse de 740 tours par minute, l'intensité en court circuit (250^{ohms}) a, d'après les registres d'expériences de M. Deprez, atteint $9^{amp},80$, ce qui correspond à une dépense de plus de 30 chevaux-vapeur : elle aurait même, paraît-il, absorbé accidentellement jusqu'à 50 chevaux-vapeur.

l'intensité du courant est restée sensiblement constante et égale à $2^{amp},5$, la perte de travail mécanique est égale, pendant toute la série, à environ

$$\frac{160 \times \overline{2,5}^2}{75 \times 9,81} = 1^{ch},358.$$

On sait que cette quantité d'énergie est disséminée sous forme de chaleur.

» Un autre résultat conforme à la théorie est la proportionnalité des forces électromotrices à la vitesse, l'intensité restant constante : si, en effet, on calcule les quotients

$$\frac{E}{N} \quad \text{et} \quad \frac{e}{n},$$

on trouve

		Expériences				
		I.	II.	VI.	VII.	VIII.
Génératrice..	$\frac{E}{N}$	2,26	2,40	2,41	2,45	2,42
Réceptrice...	$\frac{e}{n}$	1,12	1,57	2,07	1,96	2,23

» Pour la génératrice, la proportionnalité est très satisfaisante ; pour la réceptrice, elle le devient dans les expériences où la vitesse n a été bien mesurée.

» La dernière colonne donne le rapport des forces électromotrices totales $\frac{e}{E}$ développées dans chaque machine : on sait depuis longtemps que ce rapport représente le rendement dynamométrique lorsqu'on néglige les phénomènes d'induction qui accompagnent toujours la production du courant principal dans les machines dynamo-électriques. En effet, d'après le théorème bien connu de la conservation de l'énergie, on a

$$EI = T_m, \quad eI = T_u,$$

en appelant T_m le travail réellement cédé à la génératrice et T_u le travail recueilli à la réceptrice. D'où l'on conclut

$$\frac{e}{E} = \frac{T_u}{T_m},$$

ce qui démontre l'identité des deux rendements.

» On remarquera que E et e sont liées par la loi de Ohm, qu'on écrira, en appelant R et r les résistances intérieures des deux machines,

$$(R + r + \rho)I = E - e,$$

c'est-à-dire

$$\rho I = (EI - RI) - (eI + rI) = U - u,$$

relation vérifiée ci-dessus avec exactitude.

» L'expérience montre que le rendement électrique est notablement plus élevé que le rendement dynamométrique : de là une objection grave à la validité de la théorie électrique du transport de la force.

» Heureusement il est facile de trouver l'origine de ce désaccord : comme nous avons vu que le désaccord n'est pas sur la ligne de transmission, il ne peut se rencontrer qu'aux sièges de la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique et inversement.

» Or l'expérience fournit l'évaluation de l'énergie électrique dans chaque machine ; on peut donc la comparer directement avec les chiffres dynamométriques T_m et T_u observés d'autre part.

» On sait qu'on exprime l'énergie électrique en chevaux-vapeur en divisant les produits EI et eI par $75g$ ($g = 9,81$) : on formera donc aisément le tableau suivant :

Numéro de l'expérience.	Énergie électrique développée: dans la génératrice $\frac{EI}{75g}$.	Énergie électrique développée: dans la réceptrice $\frac{eI}{75g}$.	Travail mécanique: cédé à la génératrice T_m.	Travail mécanique: recueilli à la réceptrice T_u.	Coefficient pratique de transformation: pour la génératrice.	Coefficient pratique de transformation: pour la réceptrice.
	ch	ch	ch	ch	H	h
I........	2,668	0,362	3,296	0,578	0,809	1,596?
II........	2,923	0,454	3,331	0,489	0,877	1,077?
VI........	7,336	4,831	8,259	3,939	0,888	0,815
VII........	6,991	4,222	7,408	3,572	0,944	0,846
VIII........	8,097	5,809	9,731	4,439	0,832	0,764
			Moyenne..............		0,870	0,806

» On reconnaît que dans chacune des machines l'énergie créée est inférieure à l'énergie dépensée dont elle devrait être théoriquement l'équivalent [1] : dans les deux cas, bien que les transformations soient inverses, il y a donc déperdition d'énergie utilisable, de sorte que si l'on désigne par H le coefficient pratique de transformation de la génératrice et par h celui de la réceptrice, correspondant à leurs allures, on doit substituer aux équations

---

[1] Il n'y a pas lieu de s'arrêter à l'anomalie présentée par la réceptrice dans les expériences I et II : le travail recueilli a vraisemblablement été estimé trop haut, par suite de la difficulté de maintenir le frein à ces faibles vitesses : le frein a probablement été quelques instants un peu desserré, ce qui a augmenté momentanément la vitesse sans travail correspondant.

de la conservation de l'énergie les relations

$$EI = HT_m, \quad h.eI = T_u,$$

de sorte que le rendement dynamométrique devient

$$\frac{T_u}{T_m} = Hh\frac{e}{E}.$$

» On voit ainsi pourquoi le rendement dynamométrique est toujours moindre que le rendement électrique : quant aux coefficients h et H, ils dépendent évidemment de la construction des machines et de leurs vitesses. Il est donc probable que le produit hH est variable avec cette vitesse ([1]). Cette analyse du jeu des transformations d'énergie dans les machines dynamo-électriques montre que les choses paraissent se passer exactement comme dans toutes les machines où un travail mécanique se transmet, bien que la nature des actions intermédiaires soit toute différente ; le coefficient pratique de rendement des moteurs s'élève peu au-dessus de 75 pour 100.

» Les machines examinées par la Commission donnent 87 et 81 pour 100, soit en moyenne 84 pour 100 dans chacune de leurs transformations ([2]) : on peut donc dire que, vu leur grande résistance, elles sont dans de bonnes conditions ; mais on voit en même temps qu'il reste une marge de 13 pour 100 dans la meilleure machine pour atteindre le maximum de perfection de H, qui est l'unité.

» Cette discussion montre clairement que le rendement pratique de la transmission de l'énergie est représenté par le produit de trois facteurs

$$\frac{e}{E}, \quad H \text{ et } h.$$

» M. M. Deprez a atteint pour le premier une valeur, 0,717, bien supérieure à celles qu'on a obtenues jusqu'ici avec un circuit aussi résistant : mais ces conditions de grande résistance et de faible intensité ont eu probablement pour effet d'abaisser les deux autres, H et h, qui, dans les bonnes machines à lumière, fonctionnant avec des courants intenses, ont dépassé 0,90. Cette remarque indique la voie à suivre pour essayer de nouveaux perfectionnements.

([1]) L'examen des nombres précédents et de ceux de la série du 28 février tendraient à faire penser que ce produit, voisin de l'unité pour les faibles vitesses, diminue rapidement avec les grandes vitesses. Cela expliquerait la singularité du maximum de rendement indiqué plus haut.

([2]) On retrouve dans les expériences faites à l'Exposition d'électricité, par MM. Allard, Joubert, Le Blanc, Potier et Tresca, ce chiffre de 87 pour 100 pour le rendement électrique moyen des machines à lumière (voir *Comptes rendus*, t. XCV, p. 811).

» Il reste à dire quelques mots des principes qui ont conduit M. Deprez aux résultats qui viennent d'être exposés.

» Réduite à sa plus simple expression, l'idée de l'auteur a consisté à remarquer que la perte d'énergie sous forme de chaleur disséminée le long du circuit (laquelle forme la difficulté en quelque sorte irréductible du problème) est proportionnelle au *carré* de l'intensité du courant employé, tandis que le travail transmis et le travail dépensé sont proportionnels au produit de la force électromotrice E ou e par la *première puissance* de l'intensité. Or, comme il existe entre ces quantités la relation

$$EI - eI = (R + r + \rho)I^2,$$

on voit que le rapport de la quantité perdue $(R + r + \rho)I^2$ à la quantité recueillie eI peut devenir théoriquement aussi petit qu'on le veut, à la condition de diminuer le rapport $\frac{I}{e}$.

» M. Deprez s'est donc attaché à construire des machines pouvant fonctionner avec des courants d'intensité relativement faible, tout en produisant des forces électromotrices considérables.

» Toutefois cette condition n'est pas la seule à remplir : il faut que l'accroissement du facteur $(R + r + \rho)$ ne compense pas la diminution du facteur $\frac{I}{e}$; or, pour obtenir une grande force électromotrice dans une machine dynamo-électrique, sans dépasser des vitesses acceptées dans la pratique, il est nécessaire d'augmenter la longueur du fil induit et du fil inducteur. On est alors entre deux difficultés également grandes, qui forment une sorte de dilemme.

» Ou bien on multipliera les tours de fil sans en changer le volume, et l'on est conduit à des machines à fil fin dont la résistance accroît rapidement celle qu'il s'agit de combattre; ou bien on essayera de diminuer la résistance électrique par l'accroissement du diamètre des fils, ce qui grandira dans des proportions fâcheuses le volume et, par suite, le prix de revient de la machine.

» Les variables du problème ne sont donc pas pratiquement indépendantes, et c'est dans le choix judicieux des éléments disponibles que l'ingénieur peut arriver à des progrès notables; en particulier, il doit se préoccuper de produire un champ magnétique aussi intense que possible avec une résistance donnée du fil inducteur.

» C'est surtout dans cette voie de l'accroissement de la puissance des inducteurs que M. Deprez a dirigé ses efforts : il a su obtenir des inducteurs

dont le champ magnétique, à dépense égale d'énergie et pour de faibles intensités, l'emporte de beaucoup sur celui des machines de même poids connues jusqu'ici.

» Ainsi l'intensité moyenne du champ magnétique [1] de la génératrice s'élève à environ 1033 unités absolues : elle ne coûte en kilogrammètres par seconde que $\frac{20^{\text{ohms}} \times (2^{\text{amp}},5)^2}{g} = 12^{\text{kgm}},74$ ou $0^{\text{chev}},170$. La réceptrice (machine Gramme type D, transformée) est beaucoup moins avantageuse sous ce rapport : l'intensité moyenne de son champ magnétique n'est que de 718 unités ou les $\frac{3}{4}$ du précédent : tandis qu'elle coûte $\frac{47^{\text{ohms}} \times (2^{\text{amp}},5)^2}{g} = 29^{\text{kgm}},94$, ou $0^{\text{ch}},400$, c'est-à-dire deux fois et demie davantage.

» L'emploi de ces grandes forces électromotrices ne laisse pas que de présenter des difficultés assez sérieuses et exige une grande prudence, non seulement pour la sécurité des personnes chargées de manier les machines, mais pour la conservation des machines elles-mêmes : en effet, lorsque la résistance du circuit ou la vitesse d'une machine vient à varier

---

(1) On désigne ici par *intensité moyenne du champ magnétique* l'intensité qu'il faudrait supposer au champ magnétique compris entre les pièces polaires et le fer de l'anneau, si la distribution du magnétisme était uniforme sur les deux pièces polaires (considérées comme des demi-cylindres), de telle façon que les lignes de forces fussent normales à la surface de l'anneau. On calcule cette intensité φ en remarquant que la force électromotrice E se développe seulement dans les fils extérieurs parallèles à l'axe de rotation et qu'elle est égale au travail des forces électromagnétiques qui s'exercent sur ces fils supposés parcourus par un courant égal à l'unité : par conséquent, en appelant l la longueur totale efficace du fil induit,

$$E = \varphi \times l\pi ND,$$

D étant le diamètre moyen de la couche extérieure des fils; comme approximation, on peut prendre l égal au quart de la longueur totale du fil, car les forces électromotrices ne s'ajoutent que dans une moitié de l'anneau. Si l'on introduit le poids P total et le diamètre d du fil employé, dont Δ est le poids spécifique, on obtient l'expression

$$\varphi = \frac{E_1}{D} \frac{\Delta d^2}{P} \times 10^8,$$

E_1 étant la force électromotrice, pour un tour par seconde, exprimée en volts.

» Les Tableaux précédents permettent de conclure la valeur de E_1 pour chacune des deux machines : on trouve en moyenne $\frac{E}{N} = 2^{\text{volts}},42$, correspondant à un tour par minute, pour la génératrice et $2^{\text{volts}},19$ pour la réceptrice.

» Il suffit de savoir, en outre, que le poids total du fil de cuivre, déduction faite de l'isolant, est de 44^{kg} sur l'ensemble des deux anneaux de la génératrice comme sur l'anneau de la réceptrice et que le diamètre de ce fil est de $0^{\text{m}},001$; on a admis $\Delta = 8,8$ pour le poids spécifique du cuivre.

brusquement, l'intensité du courant acquiert une valeur énorme : la chaleur développée peut détruire les isolants et mettre les machines hors de service. Aussi est-il nécessaire, pour la mise en marche ou l'arrêt des appareils, de prendre des précautions spéciales, telles que l'introduction ou la suppression de résistances auxiliaires.

» Il reste donc, de ce côté, des questions importantes à résoudre pour rendre facile, et en quelque sorte automatique, l'usage de ces machines; il est juste d'ajouter que M. Deprez s'est occupé de résoudre ces difficultés et a imaginé plusieurs dispositifs ingénieux qui simplifient toutes ces manœuvres.

» En résumé, les résultats obtenus par M. M. Deprez, conformes de tout point aux principes théoriques qui doivent guider les ingénieurs, dépassent de beaucoup tout ce qui a été accompli avant lui par la grandeur du travail transmis comparée à la résistance du conducteur de transmission et, de plus, sont remarquables par le rendement mécanique obtenu.

» La machine qu'il a conçue et exécutée présente des perfectionnements notables sur celles que l'on construit aujourd'hui pour le même usage; elle aurait vraisemblablement conduit à des résultats encore plus avantageux si elle avait pu être construite une seconde fois pour former la réceptrice.

La Commission n'a pas qualité pour juger la valeur économique et l'avenir industriel des résultats obtenus; mais, après l'examen approfondi auquel elle s'est livrée des appareils et des principes mis en œuvre, elle n'hésite pas à proclamer l'importance des faits qu'elle a été à même de constater.

» En conséquence, elle propose à l'Académie de féliciter M. Marcel Deprez des progrès importants qu'il a accomplis dans la solution du problème si intéressant du transport électrique de l'énergie et de l'encourager à poursuivre ses travaux, en continuant à mettre, comme il l'a fait jusqu'ici, les ressources d'un esprit ingénieux au service des principes les mieux établis de la science électrique. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure moyenne nulle sur lesquelles on peut limiter une portion finie de la surface par quatre droites situées sur la surface.* Note de M. **H.-A. Schwarz.**

« A l'occasion d'un Mémoire récemment publié par M. le Dr Édouard Neovius, de Helsingfors, et intitulé : *Détermination de deux surfaces spéciales périodiques à courbure moyenne nulle, qui contiennent un nombre infini de lignes droites et en même temps un nombre infini de courbes géodésiques planes,* je demande à l'Académie la permission de présenter les remarques suivantes.

» Les surfaces à courbure moyenne nulle sur lesquelles on peut limiter une portion finie par quatre lignes droites formant quatre arêtes d'un tétraèdre offrent cette propriété bien remarquable, que, dans le cas général, la surface est composée d'un nombre infini de parties égales entre elles; car chaque droite située sur une surface à courbure moyenne nulle est un axe de symétrie de la surface qui peut être déduite par la continuation analytique de chacune de ses portions.

Dans le cas général, il est aisé de voir que, dans chaque portion finie de l'espace, il entre un nombre infini de répétitions des quadrilatères à surface courbe en question.

» Mais il y a des cas d'exception. J'ai trouvé qu'il n'y a que *cinq* surfaces à courbure moyenne nulle, sur lesquelles on puisse limiter entièrement une portion finie de la surface par quatre lignes droites et qui jouissent, en outre, de la propriété que, dans chaque portion finie de l'espace, il n'entre qu'un nombre *fini* de répétitions d'un tel quadrilatère à surface courbe.

» Pour ces cinq surfaces, toutes les lignes droites qu'elles contiennent sont parallèles aux axes de symétrie d'un *cube*. On pourrait sans doute déduire ce résultat du travail de M. Camille Jordan sur les groupes de mouvements. J'y suis arrivé par une voie toute différente.

» J'ai étudié deux de ces cinq surfaces dans mon Mémoire intitulé : *Détermination d'une surface spéciale à courbure moyenne nulle.* Berlin, 1871.

» La troisième est l'objet du beau travail de M. Neovius, qui ne laisse presque plus rien à désirer sur la question.

» La quatrième et la cinquième de ces surfaces ne sont pas étudiées jusqu'à présent d'une manière approfondie.

» Les équations de ces cinq surfaces peuvent être données au moyen de fonctions elliptiques des coordonnées rectangulaires.

» Je serais heureux que l'Académie voulût bien m'autoriser, dans la prochaine séance, à mettre sous ses yeux quelques expériences à l'aide d'un liquide glycérique, composé d'après une méthode nouvelle, et à lui montrer quelques modèles qui se rattachent à ces cinq surfaces spéciales. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne communication de la Lettre suivante, adressée à l'Institut par la Société royale du Canada.

« Ottawa, 19 mars 1883.

» J'ai l'honneur de vous informer que la seconde session annuelle de la Société royale du Canada s'ouvrira le vingt-deuxième jour de mai prochain, à 10^h du matin, dans les édifices du Parlement, à Ottawa, et qu'elle durera probablement trois jours.

» Je suis chargé par Son Excellence le marquis de Lorne, Gouverneur général du Canada, patron de la Société, et par le Conseil de la Société d'inviter l'Institut de France à cette réunion.

» Le Gouverneur général et le Conseil de la Société offrent en même temps la plus cordiale hospitalité aux Délégués, qui seront admis à prendre part aux délibérations de la Société et qui seront les hôtes de la Société pendant la session. »

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre de M. *Courcelle-Seneuil*, accompagnant l'envoi d'un Rapport sur le passage de Vénus, observé à la baie Orange (Terre-de-Feu).

Ce Rapport sera publié ultérieurement, avec l'ensemble des documents relatifs aux travaux de la mission scientifique du cap Horn.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Compte rendu des travaux du Service du Phylloxera pour l'année 1882. Procès-verbaux de la session annuelle de la Commission supérieure du Phylloxera. Rapports et pièces annexes. Lois, décrets et arrêtés relatifs au Phylloxera. » (Publié par le Ministère de l'Agriculture.)

2° Un Ouvrage de M. *J.-A. Barral*, intitulé : « La lutte contre le Phylloxera ».

3° Un Ouvrage intitulé : « Études sur les corps à l'état sphéroïdal » (4ᵉ édition); par M. *Boutigny* (d'Évreux).

4° Un Ouvrage de M. *E.-R. Neovius*, portant pour titre : « Bestimmung zweier speciellen periodischen Minimalflächen, auf welchen unendlich viele gerade Linien und unendlich viele ebene geodätische Linien liegen ».

5° Une Brochure intitulée : « Sulla eruzione dell'Etna scoppiata il 22 marzo 1883 ». Rapporto al R. Governo di *O. Silvestri*.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le numéro de mars 1882 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*.

Ce numéro contient la suite de la Bibliographie néerlandaise historico-scientifique des Ouvrages importants qui ont été publiés aux XVIᵉ, XVIIᵉ et XVIIIᵉ siècles, sur les Sciences mathématiques et physiques et sur leurs applications; par le Dʳ *D. Bierens de Haan*.

Mᵐᵉ **Janssen** informe l'Académie qu'une dépêche de M. *Janssen* lui annonce l'heureuse arrivée au port de Colon, dans l'isthme de Panama, de la mission française pour l'observation de l'éclipse du 6 mai en Océanie.

MM. **Arloing**, **E. Barbier**, **E. Bertin**, **Bourneville**, **de Brazza**, **Clausius**, **Cornevin**, **Giraud-Teulon**, **Gréhant**, **Heer**, **Herrmann**, **W. Huggins**, **Husnot**, **Lemoine**, **Mégnin**, **Minkowski**, **Quinquaud**, **Reclus**, **P. Regnard**, **W. Schur**, **Souillart**, **Thomas**, **Toussaint** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus à Punta-Arenas (déroit de Magellan)*. Note de M. **Cruls**, adressée par S. M. dom Pedro.

« Quoique, en général, à Punta-Arenas, le degré de nébulosité du ciel soit assez considérable, principalement de jour, l'observation des quatre contacts, le 6 décembre, a pu se faire dans d'excellentes conditions. Vers l'instant du premier contact interne, les nuages ont, à plusieurs reprises, interrompu l'observation, mais les éclaircies fréquentes qui se produisaient

permettaient de juger parfaitement de la succession des phases, et, au moment du contact, une éclaircie s'étant de nouveau produite, laissant voir les images d'une netteté parfaite, on a pu, en toute sécurité, noter l'instant de ce contact. Nous reproduisons ci-après les Notes extraites du cahier des observations, en faisant remarquer que les heures inscrites ne sont données qu'à la seconde, et qu'elles seront susceptibles d'une correction après la réduction de l'ensemble des observations horaires. Les heures sont exprimées en temps moyen de l'observatoire brésilien de Punta-Arenas.

Entrée.

	h m s
On soupçonne au point 145° du limbe solaire une altération dans la netteté de ce limbe à	9.10.50
L'altération se montre plus accentuée à	9.11. 8
On acquiert la certitude que l'altération était, en effet, produite par l'entrée de la planète à	9.11.18
Le Soleil est totalement masqué par les nuages à	9.20
On aperçoit distinctement une auréole lumineuse autour de la partie de la planète qui se projette au dehors du Soleil, à	9.27.17
Le Soleil disparaît de nouveau, et ensuite, il se produit vers	9.30
une éclaircie, qui permet de noter le contact géométrique sans déformation...	9.30.50
Le Soleil, après avoir disparu de nouveau pendant quelques secondes, se montre de manière à pouvoir noter avec certitude qu'à	9.31.17
il s'était déjà produit un filet lumineux bien caractérisé.	

» L'image de la planète est excellente, et son aspect rappelle, d'une manière frappante, les conditions du phénomène artificiel, tel qu'il avait été installé à l'observatoire de Rio, pour l'instruction pratique des divers observateurs; cette remarque a été également faite par les observateurs brésiliens de Pernambuco et de Saint-Thomas. (A Rio, le temps fut extrêmement peu favorable, et les images toujours plus ou moins voilées.)

Sortie.

	h m s
On note encore la présence d'un mince filet de lumière, à	3. 9.41
La disparition instantanée du filet lumineux, sans la moindre déformation, est notée à	3. 9.57
On constate de nouveau l'auréole lumineuse à	3.15.25
Contact externe, bien constaté, à	3.29.59

» En résumé, voici les heures d'observation des quatre contacts, à côté

desquelles se trouve inscrite la valeur relative attribuée à chacune des observations :

Premier contact à..........	9.10.50 (h m s)	très bonne observation.
Deuxième contact	9.30.50	bonne.
Troisième contact	3. 9.57	excellente.
Quatrième contact.	3.29.59	bonne.

» Quant à la position géographique de Punta-Arenas, elle sera connue avec tout le degré d'exactitude nécessaire. Indépendamment des observations de culminations lunaires, nous possédons une double chaîne chronométrique, reliée, au retour, avec Santa-Cruz, Bahia-Blanca, Montevideo, dont les longitudes seront ultérieurement connues et où nous avons déterminé l'état absolu de nos dix-huit chronomètres. Il y a, en outre, l'excellente détermination de la longitude de Punta-Arenas faite, en 1867, par M. le commandant Fleuriais, ainsi qu'une autre détermination faite, en 1880, par M. Bacellar, lieutenant de la marine brésilienne; ces deux déterminations sont très concordantes entre elles. Nous pouvons donc considérer la position de Punta-Arenas comme suffisamment bien connue. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift-Brooks, faites à l'équatorial coudé;* par M. **Périgaud**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.	Etoiles de compar.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Avril 2........	8.47.47	3.42.18,22	+20.24.52,3	5	*a*
5........	8.26.56	3.54.29,73	+19. 0.27,5	5	*b*
6........	8.38. 9	3.58.23,17	+18.32.59,1	5	*c*
7........	8.17.39	4. 2. 3,43	+18. 6.21,0	5	*d*
8........	8.30.47	4. 5.46,44	+17.39.34,0	4	*e*

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s		° ′ ″		
a 1036 Weisse III[h].	3.49.16,87	+0,79	+20.25.40,9	−3,0	Catalogue Weisse.
b 1254 » id..	3.59.50,70	+0,78	+18.49.50,1	−3,8	»
c 1176 » id.	3.56.25,37	+0,75	+18.20.34,7	−3,9	»
d 10 » IV[h].	4. 3.55,71	+0,77	+18. 7. 0,9	−4,2	»
e 1261 » III[h].	4. 0. 1,37	+0,73	+17.20.50,2	−4,3	»

» Les observations sont corrigées de la parallaxe. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète II 1882, faites à l'Observatoire d'Alger;* par M. C. **Trépied**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1882.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascens. droite. ☄ — ☆	Déclinaison. ☄ — ☆
				m s	m s
Novembre 12......	*a*	Bonn II, Z.281, n° 2	9	+3.33,47	−4.37,0
18......	*b*	Anonyme.	9	+2.58,88	−8.17,6
22......	*c*	Bonn II, Z.290, n° 116	7.8	+1.13,00	−3.13,7
Décembre 3......	*d*	id. Z.275, n° 58	9	−0.36,19	+1.47,9
21......	*e*	id. Z.276, n° 87	8	+1.14,03	−0.36,3
22......	*e*	id.	8	−1.53,32	+2.16,5
29......	*f*	Bonn II, Z.282, n° 57	8.9	+1. 1,28	+7. 3,1
30......	*g*	Anonyme.	8.9	+1.36,44	−1.48,2
31......	*h*	Bonn II, Z.282, n° 54	8	−3.18,38	−0.36,4
31......	*h*	Id.	8	−3.23,23	−0.12,1
1883.					
Janvier 2......	*k*	Anonyme.	8.9	+2. 8,99	+4.10,1
3......	*i*	Bonn II, Z.282, n° 42	7.8	−2.22,69	−3.49,2
29......	*l*	Lalande 12056	6.7	+0.52,01	−6.24,6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1882.	Étoiles.	Ascens. droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 12...	*a*	9.31.11,49	+3,17	−23.41.59,1	− 8,7	Bonn II, Z.281
18...	*b*	9.18.39,32	+3,39	−25.30.14,4	− 8,6	Comp. avec Bonn II, Z.290
22...	*c*	9.10.45,27	+3,52	−26.42.17,8	− 8,8	Bonn II, Z.290
Déc. 3...	*d*	8.42.38,97	+3,93	−29.14.20,5	− 9,6	Id. 275
21...	*e*	7.43.56,07	+4,45	−30.29.43,6	−12,3	Id. 282
22...	*e*	7.43.56,07	+4,47	−30.29.43,6	−12,6	Id. 282
29...	*f*	7.19.40,23	+4,58	−29.54.59,7	−13,7	Id. 282
30...	*g*	7.16.13,91	+4,60	−29.38.31,4	−14,0	Comp. avec Bonn II, Z.282
31...	*h*	7.18.21,21	+4,61	−29.31.27,0	−14,3	Id.
1883.						
Janv. 2...	*k*	7. 6.56,71	+2,26	−29.16.24,6	− 8,7	Comp. avec Bonn II, Z.282
3...	*i*	7. 8.54,13	+2,27	−28.59. 0,6	− 8,8	Bonn II, Z.282
29...	*l*	6.12. 7,53	+2,08	−22.39.34,1	−15,9	Lalande.

» L'anonyme *b* a été comparée à Bonn II, Z.290, n° 121, gr. 7; *g* l'a été à Bonn II, Z.282, n° 54, gr. 8, et *k* à Bonn II, Z.282, n° 35, gr. 8,9.

Les positions moyennes des deux premières étoiles pour 1882 et de la troisième pour 1883 sont :

N° 121	9h.16m.17s,79	−25°.27'.50",1
N° 54	7.18.21,21	−29.31.27,0
N° 35	7. 3.17,75	−29.14.53,2

» Les différences ont été :

b — 121	+2m.21s,53	−2'.24",3
g — 54	−2. 7,30	−7. 4,4
h — 35	+3.38,96	−1.31,4

De là résultent les positions moyennes pour b, g et h.

Positions apparentes de la Comète.

Date. 1882.	Temps moyen d'Alger.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
Novemb. 12.....	16h.34m.45s	9h.34m.48s,13	$\bar{1}$,303n	−23°.46'.44",8	0,876	18:25
18.....	16.42.43	9.21.41,59	$\bar{1}$,024n	−25.38.40,6	0,892	20:29
22.....	15.37.16	9.12. 1,79	$\bar{1}$,292n	−26.45.40,3	0,887	17:10
Décemb. 3.....	13. 3.46	8.42. 6,71	$\bar{1}$,558n	−29.12.42,2	0,863	20:28
21.....	12.30.35	7.45.14,55	$\bar{1}$,234n	−30.30.32,2	0,903	2:2
22.....	12.18. 3	7.42. 7,22	$\bar{1}$,278n	−30.27.39,7	0,901	17:10
29.....	10.47.25	7.20.46,09	$\bar{1}$,438n	−29.48.10,3	0,884	30:25
30.....	10.14.45	7.17.54,95	$\bar{1}$,360n	−29.40.33,6	0,892	10:10
31.....	9.18.17	7.15 7,44	$\bar{1}$,614n	−29.32.17,7	0,839	10:6
31.....	10. 0.37	7.15. 2,59	$\bar{1}$,530n	−29.31.55,4	0,867	10:5
1883.						
Janvier 2....	11.48.21	7. 9. 7,96	$\bar{2}$,934n	−29.12.23,2	0,906	10:10
3.....	10.14.42	7. 6.33,71	$\bar{1}$,437n	−29. 2.58,6	0,882	10:10
29.....	10.54.55	6.13. 1,62	$\bar{1}$,234	−22.46.14,6	0,881	15:12

» Le 22 novembre, on a vu distinctement deux noyaux, et jusqu'au 30 décembre les comparaisons se rapportent au plus brillant. A partir du 30 décembre, on a pointé le noyau le plus boréal, le plus faible, mais le mieux défini. Les mesures de l'angle de position et de la distance des deux noyaux ont donné les résultats suivants :

	Angle de position du N. vers l'E.	Distance.	Nombre des mesures.
Novembre 30	14°,0	25",9	10: 5
31	12,2	26,1	10:10
Janvier 3	19,2	20,6	10:10

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes affectées de coupures et sur une classe d'équations différentielles linéaires.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. On sait qu'une fonction de la variable x, holomorphe en tous les points du plan situés à l'extérieur d'une ellipse de foyers a et b, est développable dans cette région en une série de la forme

$$(1) \qquad \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu (x' - \sqrt{x'^2 - 1})^\nu, \quad x' = \frac{a + b - 2x}{a - b},$$

le signe du radical étant déterminé de telle façon que le module de $(x' - \sqrt{x'^2 - 1})$ soit moindre que l'unité [1]. Plus généralement, si l'on considère une aire limitée par des arcs d'ellipses tournant leur convexité vers l'intérieur de l'aire et ayant pour foyers respectifs les points (a_1, b_1), (a_2, b_2), ..., (a_n, b_n), une fonction $\Phi(x)$, holomorphe dans cette aire, y est développable en une série de la forme

$$(2) \qquad \Phi(x) = \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu^{(k)} (x_k - \sqrt{x_k^2 - 1})^\nu, \quad x_k = \frac{a_k + b_k - 2x}{a_k - b_k}.$$

» Les développements en série tels que (2) possèdent les mêmes propriétés et s'obtiennent de la même façon que les développements en série dans une aire limitée par des arcs de cercles. Ils donnent, en particulier, si l'on suppose que les ellipses considérées s'aplatissent indéfiniment suivant les segments de droites (a_1, b_1), (a_2, b_2), ..., (a_n, b_n), l'expression la plus générale d'une fonction admettant ces segments de droites pour coupures [voir une Note de M. Picard [2], *Comptes rendus*, 8 mai 1882]. Mais il est à remarquer que, dans les cas où les ellipses qui limitent l'aire considérée (et plus particulièrement les coupures) *ont des points communs*, les n séries qui figurent dans le second membre de l'équation (2) ne sont pas entièrement déterminées. Par exemple, si les deux ellipses de foyers (a_1, b_1), (a_2, b_2) ont un point commun α, une fonction $G\left(\frac{1}{x-\alpha}\right)$, n'ayant d'autre point

---

(1) Voir, par exemple, Heine, *Handbuch der Kugelfunctionen*, p. 198.

(2) Dans cette Note, M. Picard ne considère que le cas dans lequel les coupures n'ont aucun point commun.

singulier que le point α, sera holomorphe en dehors de chacune des deux ellipses; on aura donc les deux développements en série

$$G\left(\frac{1}{x-\alpha}\right)=\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}B_\nu\left(x_1-\sqrt{x_1^2-1}\right)^\nu=\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}B'_\nu\left(x_2-\sqrt{x_2^2-1}\right)^\nu,$$

dont le premier est convergent en dehors de l'ellipse (a_1, b_1), le second en dehors de l'ellipse (a_2, b_2). Il en résulte que, dans l'espace extérieur à la fois aux deux ellipses, on a

$$(3)\qquad 0=\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}B_\nu\left(x_1-\sqrt{x_1^2-1}\right)^\nu-\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}B'_\nu\left(x_2-\sqrt{x_2^2-1}\right)^\nu,$$

ce qui donne une série que l'on peut ajouter au second membre de l'équation (2) sans changer sa valeur.

» Lorsque l'aire, considérée limitée par des arcs d'ellipses, se compose de plusieurs aires partielles, on peut déterminer les coefficients $A_\nu^{(k)}$ de telle façon que le développement (2) représente, dans chacune de ces aires partielles, une fonction donnée holomorphe dans cette aire. En particulier, si l'on considère un polygone dont les sommets successifs sont $a_1, a_2, \ldots, a_n$, on pourra, en faisant dans le développement (2)

$$b_1=a_2,\quad b_2=a_3,\quad \ldots,\quad b_{n-1}=a_n,\quad b_n=a_1,$$

déterminer les coefficients $A_\nu^{(k)}$ de telle façon que ce développement soit convergent en tous les points du plan non situés sur le périmètre du polygone, et qu'il représente à l'intérieur du polygone une fonction holomorphe donnée $\varphi(x)$, et à l'extérieur une autre fonction holomorphe donnée $\psi(x)$.

» II. Soit une équation différentielle linéaire

$$(4)\qquad \frac{d^m y}{dx^m}=X_1\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}}+X_2\frac{d^{m-2}y}{dx^{m-2}}+\cdots+X_m y,$$

dans laquelle les coefficients X_i sont des fonctions uniformes de x avec un nombre fini de points singuliers. Supposons, de plus, que, par une substitution linéaire $\left(x, \frac{\alpha x+\beta}{\gamma x+\delta}\right)$ effectuée sur la variable indépendante x, l'on ait fait en sorte que l'intégrale générale de l'équation (4) soit holomorphe dans le domaine du point 8. Désignons par $a_1, a_2, \ldots, a_{n+1}$ les points singuliers des coefficients du second membre, et joignons ces points dans l'ordre des indices par une ligne polygonale commençant

en a_1 et finissant en a_{n+1}. Si la variable x est assujettie à ne pas franchir cette ligne polygonale, l'intégrale générale de l'équation différentielle sera une fonction uniforme de x admettant cette ligne pour coupure. Elle pourra donc être représentée par une série telle que (2), dans laquelle on supposerait

$$b_1 = a_2, \quad b_2 = a_3, \quad \ldots, \quad b_n = a_{n+1}.$$

Si les points singuliers sont en ligne droite, la fonction intégrale n'a qu'une coupure rectiligne. Cette circonstance se présente toutes les fois qu'il n'y a que trois points singuliers, car on peut, par une substitution linéaire, les ramener à être en ligne droite; tel est, par exemple, le cas de l'équation différentielle de la série hypergéométrique de Gauss.

» Je remarque, en terminant, que l'on pourrait, dans tous les développements précédents, remplacer $(x - \sqrt{x^2 - 1})^\nu$ par la fonction sphérique de seconde espèce que Heine désigne par $Q^\nu(x)$, et qui est définie dans tout le plan par la série

$$Q^\nu(x) = 2\frac{2.4\ldots 2\nu}{3.5\ldots(2\nu+1)}\xi^{\nu+1}\,F(\tfrac{1}{2},\ \nu+1,\ \nu+\tfrac{3}{2},\ \xi^2),$$

où

$$\xi = x - \sqrt{x^2 - 1} \quad (^1).\,»$$

THÉORIE DES NOMBRES. — *Loi des périodes.* Note de M. E. DE JONQUIÈRES (²).

« I. THÉORÈME XII (fondamental). — 1° *Dans toute famille de nombres* $(E) = \overline{an}^2 + dn$, *il existe* $d + 1$ *groupes réguliers, où les périodes sont uniformes et de même longueur respectivement.*

» *L'un de ces groupes* (E_1) *résulte des valeurs de* n *qui satisfont à la congruence* $2an \equiv 2id \pmod{q^2}$, i *variant de* 1 *à l'infini, et les* d *autres* (E_d), *de celles qui satisfont à* $n = i'd + Kd^2$, i' *et* K *étant deux nombres entiers variant l'un,* i', *de* 0 *à* $d - 1$, *l'autre,* K, *de* 1 *à l'infini.*

» 2° *La famille* (E) *contient* $d(d-1)$ *autres groupes semi-réguliers* $(E_{d'})$, *déterminés par les valeurs* $n = j + Kd^2$, j *prenant toutes les valeurs entières de* 1 *à* $d(d-1)$, *à l'exception de celles qui sont égales à* $i'd$, *ces multiples de* d *étant déjà tous affectés aux groupes réguliers* (E_d).

» *Dans les groupes* $(E_{d'})$ *les périodes ne sont pas uniformes, mais le nombre*

(¹) *Handbuch der Kugelfunctionem*, p. 129.

(²) Voir les *Comptes rendus* des séances des 26 février, 12 et 26 mars 1883.

des termes qu'elles ont en commun croît de quelques unités, dans chaque groupe, chaque fois que K *atteint une des valeurs résultant de l'expression* $K = l.d^{2r}$, *où* l *et* d *sont des entiers quelconques. Chaque groupe* ($E_{d'}$) *donne ainsi naissance à une infinité de* sous-groupes, *dans chacun desquels le nombre des termes communs à la branche initiale et à la branche finale de la période est constant, et croît, sans limites, d'un sous-groupe à celui qui le suit dans la série ascendante.*

» 3° *Enfin, pour toutes les autres valeurs de* n, *les périodes n'ont en commun que les termes* (trois au moins) *dont il a été question au théorème* IX, *et qui se rencontrent aussi dans les groupes* (E_1), (E_d), ($E_{d'}$), *aux mêmes places par rapport aux termes extrêmes. Pour tout le reste, elles sont indépendantes les unes des autres.*

» Telle est la loi générale des périodes des nombres entiers. Elle se double d'un théorème analogue concernant les périodes des familles $(E) = \overline{bn}^2 - en$ (¹).

» II. Théorème XIII. — *Dans les périodes des groupes* (E_1), (E_d), *le nombre des termes* (²) *est toujours pair et jamais inférieur à huit. Le terme central du groupe* (E_1) *a pour valeur numérique* $T_c = \frac{2an - 2id}{q^2}$.

» *Remarque.* — Si la famille $E = \overline{an}^2 + 4n$ ne contient (théorèmes VII et VIII) que des nombres à périodes uniformes, c'est parce que leur terme central $\frac{an}{2} - 1$ (si n est pair), ou $2a$ (si n est impair), satisfait toujours par une valeur entière à l'expression qui précède.

» III. d, qui est au plus égal à a, ne peut être que $d = a + g$, ou $d = a - g$. D'où dérivent deux grandes *classes* comprenant tous les nombres entiers possibles.

» *Première classe.* — Si l'on pose $d = (a - g)t + s$; $(a - g) = ls + u$;..., s, t, l, u, ... étant des nombres entiers positifs, on a :

(¹) Ces périodes, quoique formées aussi par le procédé de Lagrange, ne sont pas entièrement semblables à celles des familles $E = \overline{an}^2 + dn$. Par exemple, lorsque $d = 4$, les périodes y sont de 8 et 12 termes, et non plus de 8 et 10, comme dans celles-ci.

(²) Les périodes contenant un nombre impair de termes ne se rencontrent que dans certaines familles exceptionnelles, et sont des accidents *numériques* individuels dans certaines autres. Par exemple, dans la famille $E = \overline{6n}^2 + 5n$, tous les nombres ont huit termes à leurs périodes respectives, à l'exception de $6^2 + 5$, qui n'en a que trois.

» Théorème XIV. — *Si $d = a + g$, la période, uniforme, du groupe* (E_1) *est*

$$\left[1, t, l, \left(\frac{2an - 2tl}{q^2}\right), l, t, 1, 2an\right],$$

composée de huit termes toutes les fois que $s = 1$.

» *Deuxième classe.* — Si l'on pose

$$2a = dr + s, \quad d = ts + u, \quad 2a - ru = rtl + m,$$

$r, s, t, u, l, m, \ldots$ étant des nombres entiers positifs, on a :

» Théorème XV. — *Si $d = a - g$, la période, uniforme, du groupe* (E_1) *est*

$$\left[r, t, l, \left(\frac{2an - 2td}{q^2}\right), l, t, r, 2an\right],$$

composée de huit termes toutes les fois que $u = 1$.

» *Remarque.* — Les cas où $s = 1$, ou bien $u = 1$, sont infiniment nombreux. Lorsqu'il n'en est pas ainsi, la période, toujours uniforme d'ailleurs, se compose de plus de huit termes. Il arrive infiniment souvent qu'elle se compose de douze termes. Je ne citerai qu'un exemple, d'ailleurs très général, de chacun de ces deux cas. La famille

$$E = \overline{(Kd + 1)n}^2 + dn$$

a, pour son groupe (E_1), la période

$$\left\{2K, \left(\frac{d-1}{2}\right), 2, \left[\frac{2an - (d-1)d}{d^2}\right], 2, \left(\frac{d-1}{2}\right), 2an\right\},$$

composée de huit termes, et la famille $\overline{(11K + 3)n}^2 + 11n$ a, pour période de son groupe (E_1),

$$\left[2K, 1, 1, 4, 1, \left(\frac{2an - 18 \times 11}{11^2}\right), 1, 4, 1, 1, 2K, 2an\right],$$

composée de douze termes ([1]).

» IV. Les réduites provenant des fractions continues à termes positifs et numérateurs autres que l'unité se rencontrent *toutes* dans la suite

([1]) Les cas où la période se compose de $2x + 8$ termes ($x = 1, 2, 3, \ldots$) dépendent, respectivement, de conditions *de même nature* que celles $s = 1$, ou $u = 1$. Je m'étendrai davantage, dans le *Mémoire* explicatif, sur ce détail, qui confine à la théorie du plus grand commun diviseur.

formée par celles qui proviennent des fractions continues ordinaires, lorsque la période n'est pas particulière à un nombre donné, mais convient à tout un groupe (E_1) ou (E_d). Ces coïncidences avec les réduites de Lagrange arrivent plus ou moins souvent dans chacune des périodes, mais toujours à des rangs déterminés, au nombre desquels se trouvent les trois derniers de la période. Ainsi, dans les périodes de douze termes, cette coïncidence a lieu aux rangs 5, 10, 11 et 12; en général, un nombre pair de fois ([1]).

» V. Les groupes réguliers (E_d) donnent lieu à des théorèmes *analogues* aux précédents. Mais, pour abréger, je me bornerai ici à en donner un exemple pour la famille $(E) = \overline{2n}^2 + 3n$, déjà citée au théorème X.

» Les groupes (E_d) y correspondent à $n = 9K, 9K + 3, 9K + 6$; leurs périodes sont respectivement

$[1, 2, 1, (4K-1), 2, 2, 2(4K-1), 1, 2, 1, 4n]$...... douze termes.
$[1, 2, 1, 4K, 1, 2, 1, 4n]$......................... huit termes.
$[1, 2, 1, (4K+2), 12, (4K+2), 1, 2, 1, 4n]$. ...... dix termes.

» Les six groupes $(E_{d'})$ y correspondent aux six valeurs générales de n

$$n = 1 + 9K,\quad 2 + 9K,\quad 4 + 9K,\quad 5 + 9K,\quad 7 + 9K,\quad 8 + 9K.$$

Leurs périodes ont en commun sept termes à leur début, et autant à leur fin, pour les sous-groupes du *premier ordre* correspondant aux valeurs de n qui occupent ci-dessus les rangs 1, 3, 6, et neuf pour les sous-groupes correspondant aux trois autres. Ces nombres s'accroissent progressivement et sans limite quand on s'élève aux sous-groupes du second, du troisième, ... du $r^{\text{ième}}$ ordre, etc., que déterminent successivement les valeurs de $K = l.d^{2r}$, en y faisant croître l'exposant r de d. »

([1]) Comme règle générale, elle arrive pour toutes celles des réduites de Lagrange qui dérivent de $\frac{P_0}{Q_0} = \frac{a}{1}$, par la formule $(P_n - Q_n\sqrt{E}) = (P_0 - Q_0\sqrt{E})^{n+1}$, et ce cas ne se présente que pour les réduites des groupes réguliers (E_1) et (E_d). Pour celles de tous les autres nombres, il peut y avoir coïncidence accidentelle pour l'*une* des premières réduites; mais cette exception ne se renouvelle pas.

ALGÈBRE SUPÉRIEURE. — *Remarques sur la primitivité des groupes.* Note de M. **Walther Dyck.**

« La définition de la primitivité ou non-primitivité d'un groupe est fondée ordinairement sur la manière de représenter les substitutions du groupe par certaines permutations de lettres. Pourtant, si l'on veut se délivrer de la nécessité de considérer un groupe sous cette forme spéciale, pour regarder le groupe comme formé par des opérations quelconques, on aura à chercher de quelle manière on peut définir alors ces propriétés. Cette forme de la définition aura cet avantage qu'elle résumera tout ce qui caractérise *invariablement* la primitivité ou la non-primitivité d'un groupe, quelle que soit la forme sous laquelle ce groupe se présente. J'ai cherché à développer ces idées dans la seconde Partie d'un Mémoire qui doit paraître prochainement dans les *Mathematischen Annalen* et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un aperçu des résultats assez simple que j'ai obtenus.

» I. Soit donné un groupe G, formé d'un nombre N d'opérations quelconques : $1, T_2, T_3, \ldots, T_N$. Considérons le Tableau suivant d'opérations :

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{ccccc} 1 & T_2 & T_3 & \ldots & T_N \\ T_2 & T_2T_2 & T_3T_2 & \ldots & T_NT_2 \\ \cdot\cdot & \cdots\cdot\cdot & \cdots\cdot\cdot & \cdots & \cdots\cdot\cdot \\ T_N & T_2T_N & T_3T_N & \ldots & T_NT_N \end{array}\right.$$

» Chaque ligne horizontale contient toutes les substitutions du groupe, de sorte que les diverses lignes de ce Tableau ne diffèrent entre elles que par l'ordre des symboles. Les diverses permutations de ces symboles forment un groupe *holoédriquement isomorphe* au groupe G, ou plutôt (d'après le point de vue auquel nous nous sommes placés) *identique* à G, dont il ne diffère que par la *forme*.

» Cela posé, supposons que le groupe G contienne un sous-groupe quelconque G', dont les opérations, en nombre μ, soient désignées par $1, S_2, S_3, \ldots, S_\mu$. Les substitutions de G pourront alors être écrites de la manière suivante :

$$(2)\qquad |1, S_2, \ldots, S_\mu \,|\, T_2, S_2T_2, \ldots, S_\mu T_2 \,|\ldots|\, T_\nu, S_2T_\nu, \ldots S_\mu T_\nu|,$$

$T_2, T_3, \ldots, T_\nu$ étant des substitutions convenablement choisies entre les $N = \mu.\nu$ substitutions de G. En formant de nouveau un Tableau analogue

au Tableau (1), on voit aisément que toutes les permutations des symboles $S_i T_k$, qui se présentent dans les diverses lignes de ce Tableau peuvent être obtenues au moyen de certaines permutations des systèmes dans lesquels nous avons divisé, d'après (2), la totalité des symboles $S_i T_k$, acompagnés par certaines autres permutations, effectuées dans l'intérieur de ces systèmes. *On voit par là que, aussitôt qu'un groupe* G *contient un sous-groupe quelconque* G', *on peut écrire ce groupe* G *sous une forme non primitive correspondant à ce sous-groupe* G'.

» II. Nous allons maintenant établir la condition de la non-primitivité pour le cas le plus général. Supposons, dans ce but, qu'il y ait un sous-groupe G″ contenu dans G', formé par λ' substitutions $1, R_2, \ldots, R_{\lambda'}$. Les $N = \lambda'\mu'.\nu$ substitutions de G pourront alors être écrites dans l'ordre suivant :

$$(3)\left\{\begin{array}{llllllllllllll}
\| 1 & R_2 & \ldots & R_{\lambda'} & | S_2 & R_2S_2 & \ldots & R_{\lambda'}S_2 & | \ldots | & S_{\mu'} & R_2S_{\mu'} & \ldots & R_{\lambda'}S_{\mu'} & \| \\
\| T_2 & R_2T_2 & \ldots & R_{\lambda'}T_2 & | S_2T_2 & R_2S_2T_2 & \ldots & R_{\lambda'}S_2T_2 & | \ldots | & S_{\mu'}T_2 & R_2S_{\mu'}T_2 & \ldots & R_{\lambda'}S_{\mu'}T_2 & \| \\
\ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \\
\| T_\nu & R_2T_\nu & \ldots & R_{\lambda'}T_\nu & | S_2T_\nu & R_2S_2T_\nu & \ldots & R_{\lambda'}S_2T_\nu & | \ldots | & S_{\mu'}T_\nu & R_2S_{\mu'}T_\nu & \ldots & R_{\lambda'}S_{\mu'}T_\nu & \|,
\end{array}\right.$$

les substitutions $S_2, \ldots, S_{\mu'}, T_2, \ldots, T_\nu$ étant convenablement choisies parmi les substitutions de G' et de G.

» En employant la suite des substitutions (3) comme première ligne d'un tableau analogue à (1), on en obtient un autre qui est non primitif aussi bien par rapport au groupe G″ que par rapport au groupe G'. Désignons par Θ_{ik} les divers systèmes (en nombre $\mu'.\nu$) de λ' lettres qui composent la suite (3); cette suite peut alors être écrite comme il suit :

$$(4)\qquad \|\Theta_{11}|\Theta_{21}|\ldots|\Theta_{\mu'1}\|\Theta_{12}|\Theta_{22}|\ldots|\Theta_{\mu'2}\|\ldots\Theta_{1\nu}|\Theta_{2\nu}|\ldots|\Theta_{\mu'\nu}\|.$$

» En introduisant ces symboles dans le tableau quadratique déduit de (3), on obtient immédiatement un groupe de permutations entre ces symboles. Le groupe ainsi obtenu est identique au groupe G (c'est-à-dire qu'il est avec lui dans un rapport d'*isomorphisme holoédrique*) si l'on suppose que le groupe G″ ne soit point permutable aux substitutions de G, ni ne contienne aucun sous-groupe jouissant de cette propriété (autrefois cet isomorphisme serait mériédrique). Maintenant les substitutions de ce groupe sont tellement constituées par certaines permutations de nos $\mu'\nu$ symboles Θ_{ik} qu'on peut obtenir ces substitutions en réunissant ces symboles en ν systèmes [de μ' symboles, voir (4)] et en faisant certaines permutations entre ces derniers systèmes, conjointement à certains changements d'ordre effectués dans l'intérieur de chaque système. De cette manière, on voit bien

que le groupe est mis sous une forme non primitive. Ainsi donc on peut énoncer le théorème suivant, qui donne le caractère général de la non-primitivité : *Si l'on a écrit un groupe G de $\lambda'\mu'\nu$ opérations d'après les procédés que nous venons d'indiquer au moyen de certaines permutations de $\mu'\nu$ lettres (ce qui ne dépend que de l'existence d'un sous-groupe de G telle que G″), cette forme du groupe G est non primitive par rapport à chaque groupe G′ (d'un ordre $\lambda'\mu'$) contenu en G et contenant G″.*

» Des considérations ultérieures montrent que l'on peut distinguer aisément différentes formes de la non-primitivité d'après le rôle particulier du groupe G″ et du groupe G′ dans G, et que réciproquement ces différentes formes peuvent caractériser le rôle de ces sous-groupes. On voit, en outre, que cette manière de caractériser la non-primitivité d'un groupe ne suppose pas que ce groupe soit fini, mais peut aussi être appliquée à des groupes comprenant une infinité des substitutions, groupes qui, de jour en jour, acquièrent plus d'importance dans diverses branches des Mathématiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Détermination des progressions arithmétiques dont les termes ne sont connus qu'approximativement.* Note de M. F. **Lucas.**

« On donne une série de n quantités

$$a_1,\ a_2,\ \ldots,\ a_n$$

qui représentent approximativement, à des écarts fortuits près, les termes consécutifs d'une progression arithmétique inconnue

$$\alpha_1,\ \alpha_2,\ \ldots,\ \alpha_n.$$

Il s'agit de déterminer cette progression de façon qu'elle puisse être substituée le plus avantageusement possible à la série donnée.

» Soit μ la valeur moyenne des termes de cette progression ; nous prendrons évidemment

$$(1)\qquad \mu = \frac{a_1 + a_2 + \ldots + a_n}{n} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n}{n}.$$

» Soit, d'autre part, x la raison de la progression, et considérons les différences

$$(a_1 - \alpha_1),\ (a_2 - \alpha_2),\ \ldots,\ (a_n - \alpha_n);$$

nous exprimerons, conformément à la théorie de Gauss, que la somme de

leurs carrés doit être un minimum. Nous aurons donc

$$(2)\qquad (a_1-\alpha_1)^2+(a_2-\alpha_2)^2+\ldots+(a_n-\alpha_n)^2=\text{minimum},$$

d'où, par une dérivation,

$$(3)\qquad (a_1-\alpha_1)\frac{d\alpha_1}{dx}+(a_2-\alpha_2)\frac{d\alpha_2}{dx}+\ldots+(a_n-\alpha_n)\frac{d\alpha_n}{dx}=0.$$

Cette équation va nous servir à déterminer la valeur de x; mais nous avons deux cas à distinguer selon que n est *pair* ou *impair*.

» 1° *Cas où* n *est pair*. — Écrivons la première moitié des termes de la progression :

$$\alpha_1,\ \alpha_2,\ \ldots,\ \alpha_i,\ \ldots,\ \alpha_{\frac{n}{2}-1},\ \alpha_{\frac{n}{2}},$$

et, au-dessous, la seconde moitié, en intervertissant l'ordre :

$$\alpha_n,\ \alpha_{n-1},\ \ldots,\ \alpha_{n-i+1},\ \ldots,\ \alpha_{\frac{n}{2}+2},\ \alpha_{\frac{n}{2}+1}.$$

Il est clair que la somme de deux termes qui se correspondent dans la même verticale est constante et égale à 2μ; on a donc

$$(4)\qquad \alpha_i+\alpha_{n-i+1}=2\mu,$$

d'où

$$(5)\qquad \frac{d\alpha_i}{dx}=-\frac{d\alpha_{n-i+1}}{dx}.$$

» D'après cela, l'équation (3) peut s'écrire, en groupant ses termes deux à deux,

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned}&(a_n-a_1-\alpha_n+\alpha_1)\frac{d\alpha_1}{dx}+(a_{n-1}-a_2-\alpha_{n-1}+\alpha_2)\frac{d\alpha_2}{dx}+\ldots\\&\qquad+\left(a_{\frac{n}{2}+1}-a_{\frac{n}{2}}-\alpha_{\frac{n}{2}+1}+\alpha_{\frac{n}{2}}\right)\frac{d\alpha_{\frac{n}{2}}}{dx}=0.\end{aligned}\right.$$

» Or on a évidemment, pour toute valeur de l'indice i,

$$(7)\qquad \alpha_i=\mu+\frac{2i-n-1}{2}x,$$

d'où

$$(8)\qquad \frac{d\alpha_i}{dx}=\frac{2i-n-1}{2},$$

» L'équation (6) peut donc prendre la forme

$$(9)\quad \begin{cases} [a_n - a_1 - (n-1)x]\dfrac{n-1}{2} \\ \quad + [a_{n-1} - a_2 - (n-3)x]\dfrac{n-3}{2} + \ldots + \left(a_{\frac{n}{2}+1} - a_{\frac{n}{2}} - x\right)\dfrac{1}{2} = 0. \end{cases}$$

» On en déduit

$$(10)\qquad x = \frac{(n-1)(a_n - a_1) + (n-3)(a_{n-1} - a_2) + \ldots + \left(a_{\frac{n}{2}+1} - a_{\frac{n}{2}}\right)}{(n-1)^2 + (n-3)^2 + \ldots + 1^2},$$

formule cherchée. On voit que le dénominateur est la somme des carrés des $\frac{n}{2}$ premiers nombres impairs.

» 2° *Cas où n est impair*. — Si n est impair, on trouve, dans la progression cherchée, un terme mitoyen

$$\alpha_{\frac{n+1}{2}} = \mu,$$

dont la dérivée par rapport à x est identiquement nulle. L'équation (3) peut alors s'écrire, en accouplant ses termes et laissant de côté son terme mitoyen qui s'annule :

$$(11)\quad \begin{cases} (a_n - a_1 - \alpha_n + \alpha_1)\dfrac{d\alpha_1}{dx} + (a_{n-1} - a_2 - \alpha_{n-1} + \alpha_2)\dfrac{d\alpha_2}{dx} + \ldots \\ \qquad + \left(a_{\frac{n+3}{2}} - a_{\frac{n-1}{2}} - \alpha_{\frac{n+3}{2}} + \alpha_{\frac{n-1}{2}}\right)\dfrac{d\alpha_{\frac{n-1}{2}}}{dx} = 0. \end{cases}$$

» Puis, éliminant, comme dans le cas précédent, les α et leurs dérivées, on trouve

$$(12)\qquad x = \frac{(n-1)(a_n - a_1) + (n-3)(a_{n-1} - a_2) + \ldots + \left(a_{\frac{n+3}{2}} - a_{\frac{n-1}{2}}\right)}{(n-1)^2 + (n-3)^2 + \ldots + 2^2},$$

formule cherchée. On voit que le dénominateur est la somme des carrés des $\frac{n-1}{2}$ premiers nombres pairs.

» *Applications*. — Ces formules peuvent être utilisées pour déterminer la progression probable du trafic d'un réseau de chemins de fer déterminé, lorsqu'on connaît les résultats d'une série d'années. Si, par exemple, on possède les données relatives aux dix années consécutives de la période

1873-1882, on calculera la raison x de la progression par la formule

$$(13)\qquad x = \frac{9(a_{10}-a_1)+7(a_9-a_2)+5(a_8-a_3)+3(a_7-a_4)+(a_6-a_5)}{1^2+3^2+5^2+7^2+9^2};$$

la valeur moyenne μ des termes étant

$$(14)\qquad \mu = \frac{a_1+a_2+\ldots+a_{10}}{10},$$

la valeur probable du trafic pour l'exercice $(1882+i)$ sera

$$(15)\qquad \mu + \frac{9+2i}{2}x. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M.* Stieltjes. Note de M. É. Cesaro. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je demande à l'Académie la permission d'insister sur le théorème auquel est arrivé M. Stieltjes dans sa Note des *Comptes rendus* (19 mars 1883). Je suis parvenu d'une manière indépendante au même résultat dans un Mémoire d'Arithmétique dont je corrige, en ce moment, la dernière épreuve. Je remarque, comme M. Stieltjes, que, si l'on pose

$$Q_p = \left(\frac{n}{1}\right) + \left(\frac{n}{2}\right) + \left(\frac{n}{3}\right) + \cdots + \left(\frac{n}{p}\right),$$

on a

$$f(1)+f(2)+f(3)+\ldots+f(n) = Q_n.$$

D'autre part, je démontre que

$$Q_\alpha + Q_\beta - Q_n = n,$$

pourvu que $\alpha\beta = n$. Conséquemment, si n est un grand nombre et si $\alpha = \beta = \sqrt{n}$,

$$Q_n = 2Q_{\sqrt{n}} - n.$$

Or, en négligeant des quantités de l'ordre de $\sqrt{n}$, on peut écrire

$$Q_{\sqrt{n}} = n\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

ou bien

$$Q_{\sqrt{n}} = n(\log\sqrt{n} + C),$$

C étant la *constante d'Euler* 0,57721566...; par suite,

$$Q_n = n \log n + (2C - 1)n.$$

En d'autres termes,

$$\lim \left[\frac{f(1) + f(2) + f(3) + \ldots + f(n)}{n} - \log n \right] = 2C - 1 = 0,15443132\ldots.$$

Plus généralement, si $f(n)$ représente le nombre des diviseurs de n, qui, divisés par s, donnent le reste r, on a

$$\lim \left[s \frac{f(1) + f(2) + \ldots + f(n)}{n} - \log n \right] = 2C - 1 - \log s - \int_0^1 \frac{1 - x^{\frac{r}{s} - 1}}{1 - x} dx,$$

r ne pouvant pas être nul. On obtient le théorème de M. Stieltjes en faisant $r = s = 1$.

» La méthode exposée est, en somme, celle qui a été employée par Dirichlet, dans plusieurs questions analogues. M. Berger, d'Upsal, s'est aussi occupé de la même question, avant M. Stieltjes et moi; mais le droit de priorité est incontestablement acquis à l'illustre Dirichlet, l'immortel créateur de l'*Arithmétique asymptotique*. Il en est de même des récentes Communications de M. Sylvester à l'Académie (12 et 19 février 1883), à propos desquelles il faut encore ajouter, aux noms qui précèdent, ceux de MM. Mertens et Perott.

» La relation

$$Q_\alpha + Q_\beta - Q_n = n$$

se démontre, très simplement, de la manière suivante :

» Cherchons les couples de valeurs, *entières et positives*, de x et y, satisfaisant à la condition $xy \leqq n$. Quels sont les couples dans lesquels $x \leqq n$? Pour $x = p$, on doit avoir $y \leqq \frac{n}{p}$, de sorte que l'on ne peut attribuer à y que $\left(\frac{n}{p}\right)$ valeurs entières et positives. Faisant varier p depuis 1, jusqu'à α, on trouve que le nombre cherché est

$$\left(\frac{n}{1}\right) + \left(\frac{n}{2}\right) + \left(\frac{n}{3}\right) + \cdots + \left(\frac{n}{\alpha}\right) = Q_\alpha.$$

» Parmi ces Q_α couples, on peut distinguer

(*a*) ceux dans lesquels $y \leqq \beta$,
(*b*) » » » $y > \beta$.

» On peut combiner toute valeur de x, non supérieure à α, avec toute valeur de y, non supérieure à β, et l'on aura toujours un couple de valeurs satisfaisant à la condition $xy \leqq n$. Le nombre des couples (a) est donc

$$\alpha\beta = n.$$

Le nombre des couples (b) est évidemment

$$\left(\frac{n}{\beta+1}\right) + \left(\frac{n}{\beta+2}\right) + \left(\frac{n}{\beta+3}\right) + \cdots + \left(\frac{n}{n}\right) = Q_n - Q_\beta.$$

» Donc

$$Q_\alpha = n + (Q_n - Q_\beta),$$

d'où

$$Q_\alpha + Q_\beta - Q_n = n. \text{ »}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un perfectionnement applicable à la turbine Jonval.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Tresca.

« La turbine Jonval offre des avantages d'une nature spéciale qui l'ont fait adopter dans un certain nombre de circonstances. On peut citer, en particulier, la belle installation de Bellegarde, où six turbines de cette espèce utilisent une force de 3780 chevaux.

» Mais ce système présente deux ordres d'inconvénients :

» Le premier consiste dans la difficulté qu'il y a, lorsque le travail résistant vient à varier, à maintenir un régime constant par l'emploi d'un régulateur [1].

» Le second résulte de la diminution notable du rendement qui se produit dès qu'on abaisse le débit au-dessous de la dépense normale, correspondant à l'ouverture complète des orifices.

» Les constructeurs américains ont remédié récemment à ces inconvénients en appliquant à la turbine Jonval un vannage spécial, le vannage Bodine, qui permet assez facilement de régler le débit et se prête assez bien à l'emploi d'un régulateur. Ce vannage consiste en une sorte de papillons à persiennes qui rappelle le dispositif de la détente Farcot et qui, dans son

---

(1) Général Morin, *Aide-Mémoire de Mécanique pratique*, 5e édition, 1864, § 153, p. 164 et 165.

mouvement, vient modifier simultanément l'ouverture de chacun des orifices adducteurs.

» Quant au second inconvénient, il n'est pas spécial à la turbine Jonval : il est celui de toutes les turbines noyées, et l'on peut dire qu'il est dû aux mêmes causes. Il tient, d'une part, à ce que le frottement de la turbine dans l'eau acquiert une importance relative plus grande quand le travail moteur diminue. Il est dû, d'autre part, aux étranglements qui résultent de l'occlusion partielle des orifices et aux chocs produits par les changements de vitesse qui, dans la disposition actuelle de la turbine Jonval, sont la conséquence forcée de la diminution du débit.

» Tout vannage qui agira à la fois sur la totalité des orifices, en faisant varier la dimension de chacun d'eux, comme le vannage Bodine, laissera subsister les causes de diminution de rendement que nous venons d'exposer. La seule façon de les éviter et de mettre ainsi, à ce point de vue, la turbine Jonval sur le même rang que les autres, c'est d'employer, comme on l'a fait pour les turbines ordinaires, *le vannage partiel*, c'est-à-dire la fermeture complète d'un certain nombre d'orifices, ce qui, comme on le sait, a constitué un réel perfectionnement. Mais l'on sait aussi que ce perfectionnement exige, pour produire l'effet qu'on en peut attendre, que la turbine à laquelle on l'applique, quel que soit d'ailleurs le système auquel elle appartient, soit placée hors de l'eau. C'est là ce que réalise pour la turbine Jonval la disposition que nous allons indiquer.

» Imaginons que l'on ait mis en communication avec l'air extérieur la partie du tuyau d'écoulement placée immédiatement au-dessous de la turbine; cette communication pourra être établie par une soupape qui règle la quantité d'air introduite, de façon que le niveau de l'eau dans le tuyau vienne araser la face inférieure de la turbine ou se maintienne à une très petite distance au-dessous.

Dans ces conditions, il est bien clair que le résultat cherché sera obtenu. La turbine ne sera plus noyée; les causes de diminution du rendement, signalées plus haut, auront disparu; le vannage partiel pourra être employé et l'on n'aura sacrifié qu'une portion de la hauteur de chute corres pondant à la zone remplie d'air, portion d'une importance relative très faible.

» La question revient alors à régler convenablement le mouvement de la soupape et l'on peut y arriver aisément, en la faisant manœuvrer par un flotteur plongeant dans l'eau de la partie verticale du tuyau d'écoulement.

On aura soin, bien entendu, pour soustraire le flotteur à l'agitation résultant du choc de l'eau qui sort de la turbine, de le placer, non dans le tuyau même, mais dans une caisse latérale en communication avec celui-ci.

» Le conduit de communication entre le tuyau vertical et la boîte de régulation sera, d'ailleurs, placé assez bas pour annuler les effets de l'oscillation du niveau.

» Enfin, l'orifice que commande la soupape sera muni d'un robinet dont on réglera au besoin l'ouverture pour éviter que des rentrées d'air un peu brusques ne déterminent des oscillations trop fortes dans le niveau.

» Nous nous réserverons d'examiner, ultérieurement, les dispositions de détail qu'il convient d'adopter et nous nous bornerons, pour le moment, à faire les remarques suivantes, relatives au fonctionnement du dispositif dont nous venons d'indiquer le principe.

» Lorsque, pour une raison quelconque, la pression diminue au-dessous de la turbine, l'eau s'élève dans la partie verticale du tuyau d'écoulement; mais à ce moment le flotteur placé dans la boîte de régulation s'élève à son tour; la soupape s'ouvre, l'air rentre au-dessous de la turbine et le niveau précédemment surélevé s'abaisse. L'appareil se règle donc de lui-même dans tous les cas où la turbine tend à se noyer.

» Mais il pourrait arriver que, par suite du dégagement de l'air dissous ou entraîné, ou pour toute autre cause, on ait à craindre un mouvement inverse du niveau qui l'abaisse au-dessous de la limite fixée, ce qui aurait l'inconvénient de sacrifier en pure perte une partie de la hauteur de chute. Le système qui précède, borné aux éléments que nous avons indiqués, ne permettrait pas de ramener automatiquement le niveau à la position qu'il doit occuper, mais il suffirait de compléter le mécanisme, par l'adjonction d'un appareil destiné à enlever l'air en excédent. Le mieux serait alors d'employer une trompe, comme l'a fait M. Maurice Lévy, dans sa récente installation du siphon du canal Saint-Martin. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiation de l'argent au moment de sa solidification.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Debray.

« Au Congrès international des électriciens, en 1881, et comme conséquence des recherches que j'avais eu l'honneur de soumettre à l'Académie aux mois d'avril et de mai de la même année, j'ai proposé pour étalon absolu de lumière la radiation émise par un centimètre carré de platine fondant. M. Dumas, daignant prendre cette proposition sous son haut pa-

tronage, a appelé sur elle l'attention de la Conférence internationale pour la détermination des unités électriques, et M. le Ministre des postes et des télégraphes a bien voulu me donner l'ordre d'étudier à nouveau la question.

» Sur l'invitation de M. Dumas, j'ai d'abord exécuté des expériences préliminaires avec l'argent [1].

» Le premier point était d'établir la constance du rayonnement pendant la solidification. A cet effet, un bain d'argent fondu est glissé sous une pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre à miroir. Le rayonnement du bain tombe normalement sur la pile par une ouverture de 1^{cq} ménagée dans un écran à double paroi dans lequel circule un courant d'eau et recouverte d'une lame de quartz. L'argent liquide, à une température supérieure à celle de sa fusion, étant abandonné au refroidissement sous la pile, voici ce que l'on observe :

» La radiation décroît d'abord, plus ou moins rapidement suivant la disposition du vase qui renferme le métal en fusion ; puis ce décroissement se ralentit et, au moment même où la solidification commence sur les bords du vase, une petite montée se produit. Le liquide forme alors au milieu de la partie solidifiée une sorte de lac dont les rives avancent peu à peu : pendant toute cette phase du phénomène, la radiation de la partie liquide reste constante. Quand la solidification gagne la partie centrale, un léger accroissement se manifeste, suivi bientôt d'un décroissement rapide, correspondant au refroidissement du métal entièrement solidifié.

» Par exemple, les déviations, notées de demi-minute en demi-minute, dans deux expériences du 10 février, furent :

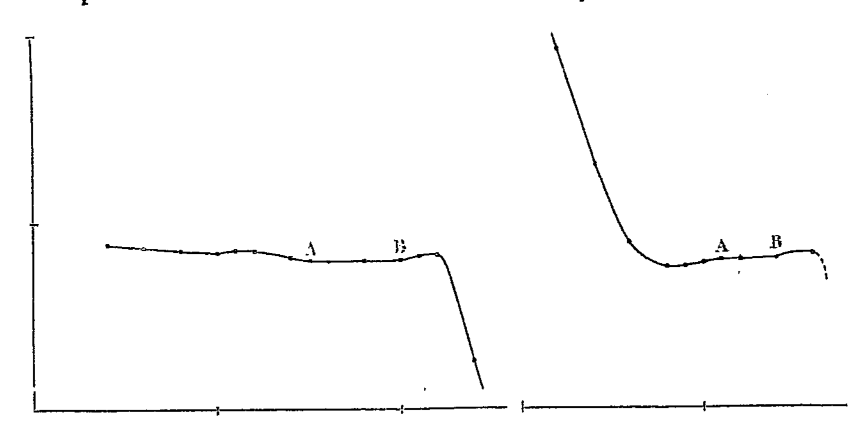
I. 0 » 94 93,5 93 93 93 93 92,5 93 93 92 91 91,5 90 90 90 90 89,5 92 92 » 63...
III. 0 » 146 » 116 105 95 88 88,5 88,5 90 90 90 91 91 91,5 88...

» La première fois, le métal, presque à la température de sa fusion, et contenu dans une boîte à la même température, se refroidissait très lentement; la seconde fois, au contraire, le métal, fortement surchauffé, mais dans une boîte froide, se refroidissait très vite. Malgré cette différence dans les conditions de l'expérience, la marche du phénomène est essentiellement la même. La courbe de refroidissement présente dans la région qui nous occupe une portion rectiligne AB, précédée et suivie d'un petit

---

[1] M. Debray a eu la bonté de me fournir de l'argent absolument pur et de mettre à ma disposition toutes les ressources de son laboratoire avec une bienveillance dont je tiens à le remercier tout particulièrement ici.

ressaut. Le premier ressaut provient de la surfusion qu'il est difficile d'éviter complètement. Le second ressaut correspond à un accroissement



brusque du pouvoir émissif lors de la solidification : le pouvoir réflecteur du métal diminue en effet manifestement au moment du changement d'état.

» La partie constante est ainsi nettement limitée, et l'on pourra trouver dans l'argent un étalon secondaire fixe, qui sera en particulier très commode dans toutes les mesures de spectrophotométrie, où l'intensité absolue des radiations n'a généralement pas d'importance. »

PHYSIQUE. — *Sur plusieurs appareils d'optique, destinés à contrôler les surfaces planes : parallèles, perpendiculaires et obliques.* Note de M. L. LAURENT, présentée par M. Cornu.

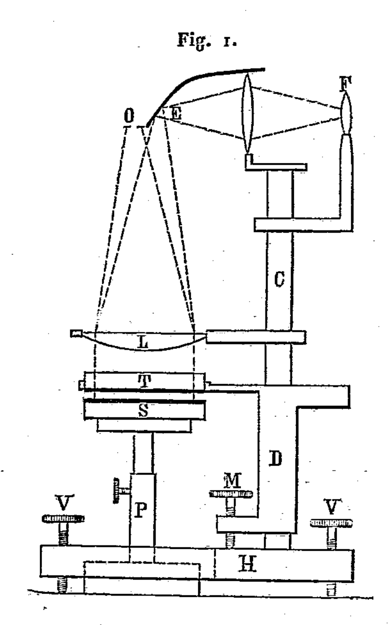
« Les instruments que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie servent non seulement pour les surfaces finies, mais aussi pendant l'exécution; ils permettent à l'opticien d'arriver sûrement à la précision exigée.

» *Surface plane.* — On les compare à un plan type, au moyen des franges dans la lumière monochromatique : c'est l'appareil de M. Fizeau, modifié pour ce but spécial. On sait que la flamme donne son image sur un prisme à réflexion totale, traverse une lentille, un plan type, se réfléchit sur la surface à essayer, en produisant des franges, et se concentre près du prisme en O.

» Je remplace le prisme par un écran E à 45°, couvert de papier blanc, qui reçoit une image large de la flamme (*fig.* 1); on voit tout le champ éclairé et l'on a une grande latitude pour mettre l'œil.

» Je place le type sous la lentille, il est équilibré par des ressorts; son support, fixé à une douille, glisse sur la colonne au moyen d'une vis M, de

Fig. 1.



sorte que le type monte parallèlement à lui-même. Le socle porte trois vis à caler et une échancrure dans laquelle on place un support avec colonne à rallonge.

» Soit une surface à examiner : on la pose sur le support et on l'élève jusqu'au type; on regarde en O et l'on dévisse M. Le type descend, et, dès qu'il touche la surface, on voit des franges; par les trois vis à caler, on les transforme en anneaux; par la vis M, on monte ou baisse le type; on est ainsi maître des franges, et, si on les perd, on les retrouve de suite.

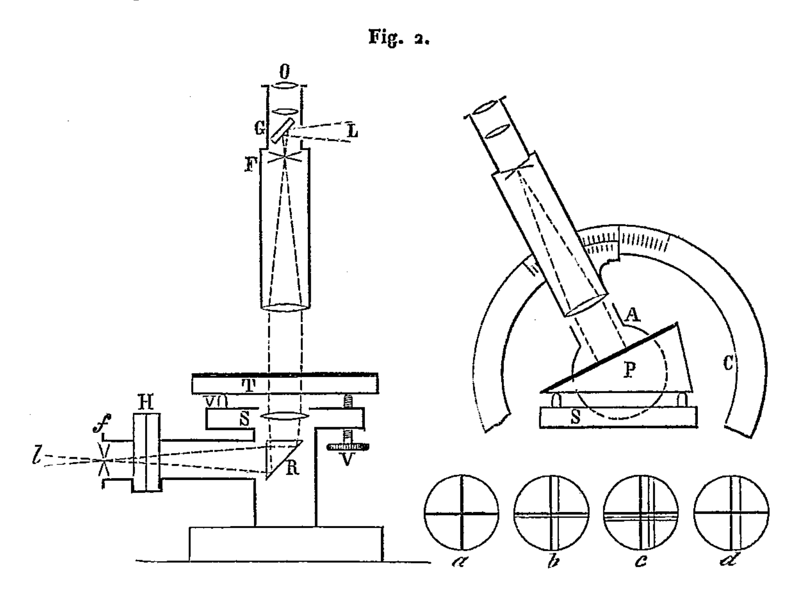
» Dans la pratique ordinaire, on simplifie beaucoup la manipulation. Il suffit d'appliquer la surface sous le type, en la tenant à la main : on voit de suite l'état de la surface.

» L'appareil est toujours prêt et non sujet à se déranger.

» *Surfaces parallèles.* — L'appareil se compose d'une lunette et d'un collimateur réglés à l'infini et fixés sur un socle horizontal (*fig.* 2). La lunette, verticale, porte deux fils perpendiculaires et une glace éclairante. Le socle porte trois pointes, une fixe et deux réglables, sur lesquelles on pose le type. Le collimateur comprend un prisme qui rend son axe horizontal; il porte deux fils perpendiculaires qui entrent dans deux chariots croisés. En les éclairant et en agissant sur les deux chariots, on rend le

collimateur parallèle à la lunette; en éclairant les fils de la lunette, la lumière agit par réflexion sur le type; on rend celui-ci perpendiculaire, en agissant sur ses pointes. Soit une glace à examiner, par *réfraction*, on la

Fig. 2.



pose sur les pointes, et on éclaire les fils du collimateur, la position de l'image réfractée indique l'erreur : elle est la moitié (environ) de l'angle des surfaces.

» S'il n'y a qu'une surface polie, on éclaire les fils de la lunette et on agit par *réflexion*: l'erreur est double de l'angle des surfaces.

» Les deux surfaces étant polies, on peut encore agir par *réflexion*; si les surfaces ne sont pas parallèles, il y aura deux images réfléchies : leur écartement donne l'erreur, elle est ici 2,5 fois (environ) l'angle des surfaces.

» Pour vérifier si les nicols, etc. donnent une déviation, on les applique sur une équerre dont la base pose sur le type. Pour les prismes biréfringents, à image centrée, on les met sur le type.

» *Surfaces obliques*. — On se sert de l'appareil précédent, on remplace le support de la lunette par un cercle divisé, fixé au socle; l'alidade porte une bonnette, dans laquelle entre la lunette précédente. Pour régler l'appareil, on met la lunette verticale et on serre la pince, quand son vernier marque zéro. On place le type sur les pointes et on le rend perpendiculaire à la lunette. Soit à mesurer l'angle d'un prisme : une face est polie, l'autre préparée. On place cette dernière sur les pointes, on fait tourner la lunette de manière à la rendre perpendiculaire à la face polie, et on lit au vernier;

ou bien on arrête celui-ci à une division : l'opticien voit si le fil réfléchi est à droite ou à gauche.

» L'alidade a tourné d'un angle égal à celui du prisme; l'erreur est double de celle du prisme.

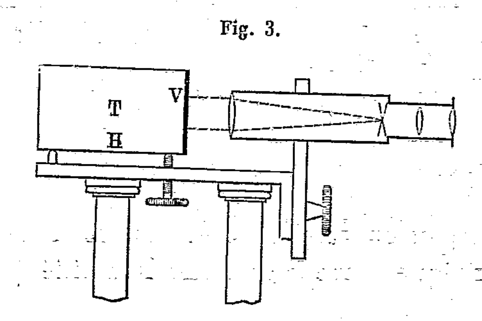
» On peut agir aussi par réfraction, pour les prismes de Rochon, de Wollaston, etc., et mesurer les déviations des images.

» Si l'on remplace les fils du collimateur par une *fente*, on jugera de la netté et de l'achromatisme du système essayé; les fils sont préférables pour estimer le centrage.

» Si les faces n'étaient pas planes, l'image réfléchie des fils ou de la fente ne serait plus au foyer, et l'on agirait sur la crémaillère.

» *Surfaces perpendiculaires.* — La lunette est horizontale (*fig.* 3), le socle a trois pointes, dont une seule mobile. Le type comprend deux surfaces pa-

Fig. 3.



rallèles verticales et une perpendiculaire horizontale, que l'on pose sur les pointes. Pour rendre la lunette perpendiculaire aux faces verticales, on amène les fils verticaux en coïncidence en tournant le type, et les fils horizontaux, en agissant sur la pointe mobile.

» Soient deux faces perpendiculaires à examiner : la face verticale est polie et l'autre horizontale préparée; on la pose sur le socle; si l'angle des faces est plus ou moins grand que 90°, le fil horizontal *réfléchi* sera en dessous ou en dessus; l'erreur est double de celle de l'angle droit. L'appareil se vérifie par lui-même, en tournant le type de 180°.

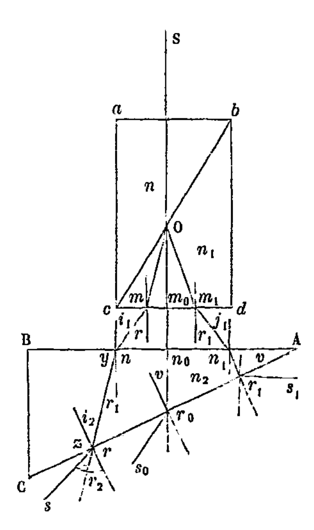
» On peut opérer sur des verres n'ayant aucune surface polie et même sur des surfaces *métalliques;* il suffit d'appliquer sur elles une glace parallèle, fixée avec de la cire molle. »

OPTIQUE. — *Spectroscope à vision directe très puissant.* Note de M. Ch.-V. Zenger.

« La dispersion la plus grande des spectroscopes à vision directe ne dépasse pas d'ordinaire 20°, de la raie A à la raie H, dispersion trop faible pour une foule d'applications en Physique et surtout en Astronomie physique.

» En ajoutant au parallélépipède de dispersion un prisme de crown léger, j'ai pu obtenir une dispersion atteignant jusqu'à 150°, dispersion inconnue jusqu'ici et surpassée seulement par le spectroscope de M. Thollon, dans lequel le nombre considérable de prismes à sulfure de carbone et les réflexions multiples diminuent l'intensité de la lumière, au point qu'on n'en peut guère faire usage que pour la lumière du Soleil. La combinaison que je propose ne présente, pour ainsi dire, que les pertes inévitables dues à l'absorption, parce que le rayon moyen rencontre à peu près à angle droit les faces du parallélépipède à dispersion et celles du prisme qui y est joint.

» Pour faire comprendre comment se produit cette énorme dispersion, supposons, par exemple, un parallélépipède *abcd* de quartz, combiné avec un prisme identique à liquide d'angle réfringent $n = 76°20'$. Soit SO le



rayon lumineux, dispersé en O en trois rayons, le rayon rouge A suivant la route O*mn* et arrivant au prisme dont l'angle sera v. Traçons ce rayon dans son passage à travers le prisme : il sera réfracté vers r, et l'angle d'incidence sur la face AB du prisme ABC sera $i_1 = r$, angle de réfraction

du parallélépipède pour cette raie (A). On aura alors

$$\frac{\sin r_1}{\sin i_1} = \frac{n_2}{n_1},$$

$$y = 90^\circ - r_1 = z + v,$$

$$z = 90^\circ - i_2,$$

$$90^\circ - r_1 = 90^\circ - i_2 + v,$$

$$i_2 = v + r_1,$$

$$\sin r_2 = n_2 \sin i_2 = n_2 \sin(v + z_1).$$

» La direction du rayon rouge émergent sera rs; et l'on peut chercher alors quel est l'angle du prisme (v) qui rend maximum le dernier angle de réfraction r_2. On obtient alors

$$\sin r_2 = 1, \quad r_2 = 90^\circ,$$

d'où l'on tire

$$(a) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \sin(v + r_1) = \dfrac{1}{n_2}, & (1) \\ \sin r_1 = \dfrac{n_2}{n_1} \sin i_1. & (2) \end{array} \right.$$

Le rayon violet, au contraire, suit la direction $Om_1n_1r_1$ en traversant le parallélépipède et le prisme de crown. Soit R_1 l'angle de première réfraction, I_1 l'angle d'incidence sur la deuxième face AC, et R_2 l'angle de dernière réfraction; nous aurons de même

$$90^\circ + R_1 = v + 90^\circ - I_2;$$

d'où l'on tire

$$I_2 = v - R_1,$$

$$r'_1 = I_1,$$

où r'_1 est l'angle de réfraction à la face cd du parallélépipède de dispersion.

» Nous avons également

$$(b) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{\sin R_1}{\sin I_1} = \dfrac{n_2^1}{n_1^1}, & (1) \\ \sin(v - R_1) = \dfrac{1}{n_2}. & (2) \end{array} \right.$$

L'angle v étant obtenu par les équations (a), on obtient la déviation du rayon violet au moyen des equations (b).

» *Exemple.* — Un quartz ε (réfraction extraordinaire), un mélange d'éther cinnamique

(4^{vol} pour 6^{vol} de benzine) et un crown léger de Feil sont combinés en trois prismes, dont les deux premiers forment le parallélépipède à réfraction.

» L'angle $n = 76^{\circ} 11'$ (angle limite pour la raie A) : on obtient, par un calcul facile [1], les déviations suivantes, pour les raies émanant du parallélépipède :

A..........	$\Delta r = -21^{\circ}.43'$,	$r_1 = -14^{\circ}.10'$
D..........	$\Delta \delta = -8.31$,	$r_1 = -5.36$
H..........	$\Delta \rho = +1.17$,	$r_1 = +0.50$

La déviation pour la raie rouge A nous donne

$$\sin(r_1 + \rho) = \sin 41^{\circ} 23' = -\log n_2,$$

d'où l'on tire

$$\rho = 27^{\circ} 13'.$$

Avec cet angle du prisme, on obtient les déviations suivantes :

A...............	$\Delta r_2 = -90^{\circ}.0'$	$+34^{\circ}.45$
D...............	$\Delta \delta_2 = -55.15$	$+98.10$
H...............	$\Delta \rho_2 = +42.55$	
	Dispersion totale.....	$\varphi = 132.55$

» Les dispersions partielles sont D — A et H — D.

» La dispersion relative est 1 : 2,8.

» Le prisme de 60° au sulfure de carbone donne la dispersion entre les raies A et H de $\varphi = 9^{\circ} 40'$.

» On voit que la combinaison du parallélépipède et du prisme de crown donne une dispersion totale équivalant à celle de treize à quatorze prismes de sulfure de carbone de 60°, effet qui est rarement atteint par les plus puissants spectroscopes. L'intensité est certainement aussi grande qu'elle peut l'être en raison de l'absorption produite par les trois prismes, et les pertes par réflexion sont également réduites au minimum. Les changements de signes des dispersions partielles entre D et H montrent que le spectroscope est à vision directe pour la raie *g*. »

PHYSIQUE. — *Sur la limite supérieure de la perceptibilité des sons.* Note de M. E. PAUCHON, présentée par M. Berthelot.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de recherches sur la détermination de la limite supérieure de perceptibilité des sons,

---

[1] *Comptes rendus*, t. XXVI, 27 juillet 1881.

recherches dont une partie a été faite en collaboration avec M. L. Bertrand.

» Je me suis proposé de vérifier si, comme l'ont avancé plusieurs physiciens, qui n'ont toutefois apporté à l'appui de leur dire aucune expérience probante, cette limite varie pour une même oreille avec l'intensité du son. Pour cela, je fais usage d'une puissante sirène de Cagniard-Latour, modifiée dans quelques-unes de ses parties et actionnée par un jet de vapeur. Diverses dispositions décrites dans un Mémoire spécial permettent de faire varier la pression de la vapeur dans l'intérieur de la boîte et l'intensité d'un son de hauteur donnée.

» Je constate ainsi que, lorsque la pression de la vapeur varie dans l'intérieur de la boîte de $0^{atm},5$ à $1^{atm},5$, la limite de perceptibilité correspond à des sons dont la hauteur est comprise entre 48 000 et 60 000 vibrations simples. En munissant la sirène d'un contre-plateau, le rapport, entre la pression de la vapeur et la vitesse de rotation, est constamment trop grand, et, dans les conditions de l'expérience, la limite de perceptibilité ne peut plus être atteinte, pas même pour le son de 72 000 vibrations, le plus aigu que j'aie pu produire. Dans ces conditions, la pression de la vapeur dans la boîte de la sirène atteint $2^{atm},5$, la vitesse de rotation des disques est de 600 tours et leur vitesse circonférentielle de 113^m à la seconde. Le débit de vapeur est très considérable; il équivaut à peu près à celui d'une machine de 8^{ch}.

» J'ai fait ensuite vibrer longitudinalement des tiges métalliques fixées à une extrémité, en les frottant avec du drap saupoudré de colophane. En diminuant graduellement la longueur de la tige vibrante, on produit aisément l'extinction du son aigu. Je remarque que :

» 1° La longueur de la tige qui rend le son limite est pour un même métal sensiblement indépendante du diamètre.

» 2° Pour l'acier, le cuivre et l'argent, les longueurs sont entre elles dans des rapports sensiblement égaux à ceux de la vitesse de propagation du son dans ces métaux.

» Ainsi, en prenant le rapport relatif au cuivre pour unité, on obtient :

Pour le cuivre....................	1,000
Pour l'acier......................	1,002
Pour l'argent.....................	0,995

» Ces deux premières observations ne peuvent concorder avec les résultats fournis par la sirène que si, pour ces trois métaux et pour la lon-

gueur correspondant au son limite, l'allongement dû à la vibration est le même. Je n'ai pu évaluer avec assez de certitude ces très petits allongements; mais, d'autre part, j'ai constaté que :

» 1° Si l'on arme l'oreille d'un cornet acoustique, la limite de perceptibilité est légèrement reculée.

» 2° Si l'on excite les tiges avec diverses substances, colophane, essence de térébenthine, alcool, éther (ce qui évidemment a pour effet de modifier l'amplitude de la vibration), la longueur limite change et peut varier du simple au double. Cette longueur est minima avec la colophane, qui produit le frottement le plus énergique.

» 3° Le son suraigu, qui a cessé d'être perceptible à l'oreille, agit encore fortement sur la flamme sensible. »

PHYSIQUE. — *Sur un procédé pour éviter les explosions de chaudières.* Deuxième Note de M. **Trèves**, présentée par M. Dumas.

« Six meurtrières explosions de chaudières ont eu lieu, depuis ma Note du 18 septembre dernier.

» On remarque que c'est plus particulièrement le matin que se produisent ces terribles accidents.

» Exemple : voici une machine à vapeur qui, dans la journée, marche à 6^{atm}.

» Les ouvriers quittent l'usine à 7^h; vers 6^h, le chauffeur laisse tomber ses feux et, après avoir fait le plein, quitte sa machine avec 4^{atm} au manomètre. De retour le lendemain matin à $5^h 30^m$, il retrouve généralement le manomètre à $1^{atm},5$ ou 2^{atm} avec un beau niveau d'eau; que fait-il? Il profite de la chaleur conservée, qui représente telle dépense de combustible; en chauffeur économe, il l'utilise et pousse ses feux pour le retour des ouvriers à 7^h, sans se douter des périls que recèle cette eau qui a *bouillauté* toute la nuit. Il n'alimente jamais ses chaudières, puisqu'elles *sont à bon niveau.* C'est dire qu'il prépare, inconsciemment, les conditions les plus favorables à la naissance de la surchauffe et, partant, à une explosion.

» En effet, cette eau chaude qu'il retrouve le matin s'est nécessairement dépouillée, par l'ébullition antérieure, de l'air qu'elle contenait en dissolution.

» Dans cet état, elle va donc emmagasiner de la chaleur sans pouvoir la restituer sous forme de vapeur. *C'est une eau devenue dangereuse.*

» En d'autres termes, cette eau va pouvoir *se surchauffer;* et, survienne

incidemment l'une de ces nombreuses causes donnant naissance à ces surfaces d'évaporation que MM. Donny et Gernez ont si bien étudiées et décrites, il se produit une soudaine et terrible explosion, attribuée le plus souvent encore à des *causes inconnues*.

» Il reste établi que, en dehors de ces grossières fautes d'un manque d'eau et d'un encrassement des chaudières, c'est à la *surchauffe* qu'il faut recourir pour expliquer la plupart des nombreuses explosions de ces dernières années.

» Le remède est simple ; le matin, avant de pousser ses feux, le chauffeur devra redonner ce qui lui manque, c'est-à-dire de l'air, à l'eau de ses chaudières. Mais il est essentiel que cette opération se fasse dans les conditions conformes à la théorie de MM. Donny et Gernez, c'est-à-dire que, pour être efficace, cette injection d'air doit pouvoir créer dans la partie inférieure du liquide des *surfaces d'évaporation* qui seront autant de centres d'amorces d'ébullition destinés à la régulariser.

» On réalisera cet effet en introduisant dans les chaudières un tube en T (ABCD) (tube en fer de $0^{m},04$ de diamètre) dont la branche horizontale CD, placée à $0^{m},20$ au-dessus du fond de la chaudière, sera munie, à sa partie inférieure, d'un certain nombre de cupules ou *godets*, lesquels vont devenir des réservoirs d'air formant ces susdites surfaces d'évaporation. Espacés de $0^{m},01$ environ, ces godets devront avoir $0^{m},01$ de hauteur sur $0^{m},01$ d'ouverture, et le nombre en sera évidemment fonction de la longueur du tube CD, presque égale à celle de la chaudière : car, d'après les savants professeurs, la régularité de l'ébullition ne peut que gagner à la multiplicité des centres d'amorces.

» Voici donc le chauffeur arrivant le matin, en face de ses chaudières. Que devra-t-il faire?... Pomper et injecter de l'air.

» Dès que le manomètre de sa pompe lui indique une pression, aux godets, supérieure à celle de la vapeur restante, c'est qu'il a chassé du tube l'eau qu'elle renfermait et que ses godets sont pleins d'air; à ce moment tout danger est écarté, il peut pousser ses feux et, dès que l'eau atteint 100°, les godets d'air entrent en fonction, l'ébullition se prononce normalement à la bouche de chacun d'eux, et finalement les explosions deviennent *matériellement impossibles* (*voir* ma Note du 18 septembre dernier).

» Telle est la solution « économique » qui paraît aujourd'hui devoir s'imposer, du moins à terre, avec l'autorité d'une théorie saine et universellement acceptée.

» Chaque matin, le mécanicien retrouve son eau chaude, et même de la

pression; il se garde bien de perdre celle-ci et de refroidir celle-là par une alimentation abondante d'eau froide, sous le prétexte qu'elle apportera avec elle cet air qui s'est dissous pendant de longues heures de repos.

» Il remplit d'air les godets de ses tubes et pousse alors ses feux en toute sécurité.

» Maintenant, y a-t-il lieu d'appliquer ce procédé aux navires à vapeur.

» Nous ne le pensons pas; et en voici la raison. Il est désormais un fait acquis : c'est que l'eau des chaudières peut devenir dangereuse, si on la laisse « dormir » pendant un temps plus ou moins prolongé.

» Or, peut-on faire à bord ce qu'il serait bien difficile, sinon impossible, de pratiquer à terre, c'est-à-dire, peut-on empêcher ce sommeil par une alimentation fréquente? La réponse ne saurait être douteuse : Les navires à vapeur disposent, en effet, d'un personnel de machines que, jour et nuit, de salutaires règlements astreignent à une stricte surveillance des appareils évaporatoires; dès lors, se trouve-t-on dans la nécessité de stopper pendant quelques heures, avec l'obligation toutefois d'être prêt à remettre en route au premier signal; ou encore, se trouve-t-on avec les feux poussés au fond des fourneaux, soit au mouillage, soit à la mer; cas si fréquents surtout dans les marines militaires, en paix comme en guerre.... Qu'y a-t-il à faire?

» Il suffira d'une alimentation périodique, non plus uniquement subordonnée à l'observation du *niveau d'eau*, mais réglée méthodiquement.

» C'est dans ce but que nous proposons, concurremment avec le timbre et la charge des soupapes, l'imposition de ce précieux instrument de contrôle : le thermomanomètre, tant de fois et si justement recommandé.

» On sait, en effet, qu'à telle température du liquide, accusée par le thermomètre, doit correspondre telle pression de la vapeur indiquée par le manomètre; l'alimentation devra donc se conformer à ces tableaux de concordance établis en gros caractères, dans toutes les chambres de machines, à terre comme à bord.

» S'il arrive, la machine étant en marche, que cette concordance n'existe plus; si, par exemple, la température vient à dépasser de quelques degrés (5° ou 6°) celle qui devrait correspondre à la pression de vapeur indiquée par le manomètre, c'est que l'eau est manifestement en train de surchauffer, et que le péril va naître. Il n'existe qu'un moyen de le conjurer : c'est de faire tomber immédiatement les feux.

» *Conclusions.* — Afin de prévenir le retour de ces désastreuses explo-

sions, nous recommandons finalement : 1° à terre comme à bord, l'emploi du thermomanomètre, et une alimentation méthodique basée sur cet instrument de contrôle; 2° à terre, ainsi que nous l'avons déjà dit, le tube à godets et la pompe à air avec manomètre et compteur.

» La dernière statistique des mines porte à 50000 le nombre des chaudières motrices existant actuellement en France. Combien peut-il y en avoir dans le monde entier?....

» Un tel développement des machines à vapeur donne de l'intérêt au projet que je viens d'exposer.

» *P. S.* — L'action des feuilles de zinc n'est pas à négliger; ce projet n'en implique pas la suppression : le maintien en sera toujours utile sous la réserve qu'elles seront entretenues dans un parfait état de décapement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur quelques expériences faites avec des machines dynamo-électriques.* Mémoire de M. **J. Pollard**. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Rapport relatant les résultats d'expériences effectuées dans le courant de l'année 1879, à bord du *Richelieu*, d'après les ordres de M. le vice-amiral Cloué, commandant en chef l'escadre d'évolution.

» Ce Rapport renferme en outre des données et aperçus sur la théorie des machines dynamo-électriques; il a été inséré à la fin de l'année 1879 dans le *Mémorial du Génie maritime*, recueil officiel exclusivement réservé au service intérieur des arsenaux.

» Les expériences et l'essai de théorie qui en découle ont été établis avec la collaboration de M. l'ingénieur Garnier et de M. le lieutenant de vaisseau Journet (alors enseigne de vaisseau).

» Le point de départ de notre théorie du fonctionnement de machines dynamo-électriques (à inducteurs dans le circuit, type de Gramme) a été l'établissement du principe fondamental suivant (Rapport, p. 6) :

» *Le couple résistant développé pendant le fonctionnement d'une machine dynamo-électrique est seulement fonction de l'intensité du courant qui circule dans les bobines,* et, par suite, *l'intensité du courant engendré est constante et indépendante de l'allure ou de la résistance du circuit extérieur, lorsque le couple moteur est lui-même constant.*

» Ce principe est aujourd'hui la base de la théorie du transport électrique de l'énergie.

» La détermination numérique des lois qui relient l'intensité du courant circulant dans les bobines inductrices et induites à la force électromotrice par tour $\frac{E}{n}$ d'une part, et de l'autre à la valeur du couple moteur C, exige l'emploi d'appareils de mesure qui nous faisaient absolument défaut. Nous fûmes obligés de traiter la question indirectement en étudiant expérimentalement le cas où le moteur à vapeur possédait un couple statique constant quelle que fût l'allure.

» Dans ces conditions, la constance de l'intensité du courant fut vérifiée dans des circuits extérieurs de résistances diverses pour lesquels l'allure de la machine variait dans de grandes limites.

» Le Tableau suivant reproduit les résultats de l'une des expériences, dans laquelle le circuit extérieur était formé par une lampe à main; la distance des charbons fut portée progressivement de 0 à 6^{mm}, pendant que l'allure de la machine passa de 500 à 700 tours sans que l'intensité du courant indiquée par les déviations d'une petite boussole variât d'une manière sensible.

» La machine Gramme était menée directement par un moteur Brotherhood, alimenté par des chaudières puissantes et maintenant une pression constante dans la boîte à tiroir. Comme l'introduction dans les cylindres était fixe, on pouvait admettre que l'effort moyen sur les pistons et par suite le couple moteur étaient constants pendant l'expérience.

Distance des charbons.	Allure de la machine.	Déviation du galvanomètre.
Charbons en contact............	436	59°
Écart 1^{mm}....................	550	56
» 2......................	600	56
» 3......................	650	56
» 4......................	675	56
» 5......................	700	55
» 6 rupture...............	726	54

» Cette propriété des machines dynamo-électriques, actionnées par des machines à couples moteurs constants, bien constatée directement, nous expliquait le fonctionnement médiocre des régulateurs automatiques du genre Serrin, combinés dans le principe pour des sources à force électromotrice constante. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse aux observations de M.* Reynier *relatives aux piles au bichromate de potasse.* Note de M. **Trouvé.**

« Les chiffres que j'ai donnés dans la Note à laquelle M. Reynier fait allusion se rapportent, il est vrai, à douze couples et, par inadvertance, je n'ai indiqué comme consommation du zinc que celle qui se rapporte à l'une des deux batteries de $6^{él}$. Il faut donc considérer que la dépense en zinc pour les douze couples est double de ce qu'elle a été indiquée dans ma Note, soit $0^{kg},912$ ou $0^{kg},076$ par élément. J'avais envoyé à M. du Moncel, relativement à cette erreur, une rectification qui n'est pas arrivée à temps pour être corrigée aux *Comptes rendus*. J'avais également indiqué dans cette rectification que chaque batterie de $6^{él}$ (le liquide n'ayant pas encore servi) avait une intensité de 118^{amp} en court circuit avec une résistance r pour chaque couple de $0^{ohm},0016$. Les résistances $0^{ohm},07$, $0^{ohm},08$ indiquées dans le premier Tableau de ma Note ne représentent que la résistance moyenne des couples pendant tout le travail. Il va sans dire que la force électromotrice $1^{volt},9$ se rapporte à un seul élément et que ce chiffre ne représente qu'une moyenne. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Production par voie sèche de vanadates cristallisés.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« On sait que les réactions qui se passent au milieu de sels en fusion ignée sont, comme celles qui se produisent au sein des autres dissolvants, soumises à des règles générales, cas particuliers elles-mêmes des lois qui régissent tous les phénomènes de dissociation. Or, de même que l'eau dans laquelle se forment certains sels doubles peut cependant les séparer en leurs composants, de même il est possible, à l'aide d'un dissolvant en fusion ignée, d'enlever en totalité à un composé capable d'y prendre naissance un ou plusieurs de ses éléments et d'arriver, par suite, à de nouveaux corps qui, solubles dans la matière fondue, s'en séparent en cristaux quand on la laisse lentement refroidir. Ainsi, tandis que, d'une part, des wagnérites sont susceptibles de se produire, par exemple dans un mélange en fusion d'un chlorure alcalin avec certains chlorures métalliques, d'autre part, les mêmes wagnérites sont décomposées par un mélange analogue, mais fait en proportions différentes, et l'on voit des cristaux d'apatites se former; celles-ci peuvent être détruites à leur tour et dans des cir-

constances bien déterminées par la masse en fusion qui les dissout, et l'on n'obtient plus alors qu'un sel exempt de chlore, de brome ou d'iode, souvent d'ailleurs très nettement cristallisé.

» Les apatites pouvant être décomposées par le milieu dans lequel elles se forment, à la condition de modifier les conditions d'équilibre, on trouve dans ce fait un procédé général qui permet d'obtenir par voie sèche des phosphates, des arséniates et des vanadates cristallisés. J'indiquerai seulement les circonstances dans lesquelles se produisent quelques-uns de ces derniers sels.

» On obtient le plus ordinairement une apatite vanadiée en chauffant de l'acide vanadique avec une proportion convenable de la base qu'on veut lui combiner, en prenant cette dernière sous la forme de chlorure, bromure ou iodure, et en utilisant comme dissolvant le sel alcalin correspondant, de préférence celui de sodium, qui est le moins volatil. Or il arrive que, si l'on considère une base déterminée, la chaux par exemple, les conditions dans lesquelles se forme une apatite soient notablement différentes, selon qu'il s'agit d'un composé chloré, bromé ou iodé; à une même température, la composition des dissolvants qu'il convient d'employer dans chacun de ces trois cas, pour obtenir les combinaisons analogues, est loin d'être la même; tandis qu'il suffit d'ajouter à du sel marin une très faible quantité de chlorure de calcium pour que la masse fondue dissolve l'apatite chlorée sans la détruire, il faut employer avec les bromure et iodure de sodium des proportions plus considérables de bromure ou d'iodure de calcium. D'autre part, sous l'influence de la chaleur et de l'oxygène, qui, quoi qu'on fasse, arrive toujours au moins en petite quantité jusqu'au bain en fusion, les chlorures, bromures et iodures métalliques se décomposent, mais à des degrés très divers, et l'acide vanadique peut se trouver en présence de proportions très variables de bases libres. On comprend bien alors qu'en employant tantôt des chlorures, tantôt des bromures ou des iodures, on puisse arriver à des vanadates de diverses compositions.

» *Vanadate de baryte :* VO^5, BaO. — On l'obtient en chauffant de l'acide vanadique avec du bromure de sodium contenant une très faible quantité de bromure de baryum. L'acide se transforme tout entier en petits cristaux transparents, brillants, un peu jaunâtres et faiblement solubles dans l'eau, à laquelle ils donnent une teinte jaune clair. Ils fondent au rouge en un liquide brun foncé qui se prend par le refroidissement en masse cristalline.

» *Vanadate de strontiane :* VO^5, 3SrO. — Paillettes transparentes, légè-

rement colorées en jaune, qui se produisent quand on chauffe de l'acide vanadique avec un mélange d'iodures de sodium et de strontium; s'il reste un peu d'acide inattaqué avec les cristaux, une seconde chauffe dans les mêmes conditions donne le sel à l'état de pureté.

» *Vanadate de plomb* : $2VO^5$, PbO. — Il se présente sous la forme de petits cristaux jaunes, transparents et courts, qui se déposent dans l'action d'un mélange d'iodures de plomb et de sodium sur de l'acide vanadique. Il se colore en rouge comme les précédents, au contact de l'acide nitrique étendu, et s'y dissout avec une grande facilité.

» *Vanadate de zinc* : VO^5, 2ZnO. — Quand on traite par l'eau la masse fondue, que l'on obtient en chauffant de l'acide vanadique avec un mélange de 5 parties de bromure de sodium pour 1 de bromure de zinc, la dissolution des bromures est colorée en jaune et contient du vanadium, et il reste des prismes rouge orangé dont les extrémités sont fréquemment brisées. Ces cristaux, sensiblement solubles dans l'eau, à laquelle ils communiquent leur couleur, fondent au rouge en un liquide très foncé, qui se prend en masse radiée par le refroidissement.

» *Vanadate de cadmium* : VO^5, CdO. — Il se produit avec le bromure de cadmium dans les mêmes conditions que le précédent. C'est un sel cristallisé en belles aiguilles fines, transparentes, brillantes et légèrement jaunes, qui fondent quand on les porte au rouge vif.

» *Vanadate de manganèse* : VO^5, 2MnO. — Quand on fond de l'acide vanadique avec un mélange à parties égales de bromures de sodium et de manganèse, la masse, lentement refroidie et traitée par l'eau, abandonne de magnifiques cristaux : ce sont de grandes aiguilles brunes, très brillantes et très fragiles, qui atteignent $0^m,01$ de longueur si l'on opère sur une centaine de grammes du mélange de bromure. Elles se dissolvent difficilement dans l'acide nitrique étendu et seulement à chaud, laissant quelquefois un très faible résidu de bioxyde de manganèse.

» *Vanadate de nickel* : VO^5, 3NiO. — Il prend naissance quand on chauffe une petite quantité d'acide vanadique et de bromure de nickel avec un grand excès de bromure de sodium; après lavage à l'eau et traitement par l'acide nitrique étendu, il reste de belles aiguilles prismatiques vertes, transparentes quand elles sont minces. Ces prismes, généralement terminés par un pointement net, sont quelquefois aplatis de manière à prendre l'apparence de tables. Ces cristaux, infusibles au rouge blanc, ne se dissolvent pas, même à chaud, dans l'acide nitrique; le carbonate de po-

tasse en fusion ne les attaque que lentement, mais ils se dissolvent avec une grande facilité dans le bisulfate de potasse.

» Ces exemples suffisent à montrer qu'en profitant de la décomposition des apatites, on peut obtenir un grand nombre de vanadates sous la forme de cristaux; ceux-ci restent petits, lorsque, le sel étant facilement fusible, la cristallisation dans le dissolvant en fusion ne peut commencer qu'à une température déjà peu élevée, et s'effectue alors en un temps relativement court. En substituant le phosphate ou l'arséniate d'ammoniaque à l'acide vanadique, on peut obtenir des cristaux de phosphates ou d'arséniates sans plus de difficulté. »

CHIMIE. — *Action du soufre sur les phosphates alcalins.* Note de MM. **E. Filhol** et **Senderens**, présentée par M. Berthelot.

« Si l'on mêle du soufre très divisé avec une solution de phosphate tripotassique ou trisodique, il ne se produit aucun changement appréciable dans la nature du sel à la température ordinaire.

» Il n'en est plus de même si le mélange est porté à la température de 100° C. Dans ce dernier cas, il y a formation d'une quantité notable de polysulfure et d'hyposulfite alcalin.

» En opérant sur des solutions un peu concentrées, nous avons vu le phosphate trisodique se transformer en moins de deux heures en phosphate disodique, conformément à l'équation

$$3(PhO^5, 3NaO) + 2HO + S^n = 2NaS^{n'} + NaO, S^2O^2 + 3(PhO^5, HO, 2NaO).$$

» On se rend aisément compte de l'absence de toute réaction à froid quand on compare les quantités de chaleur correspondant à la formation de chacun des deux systèmes; car, tandis qu'au premier correspond un dégagement de $1407^{cal},3$, le second n'en dégagerait que $1385^{cal},5$.

» Mais l'action du soufre sur les phosphates peut aller plus loin sous l'influence combinée de la chaleur et du temps. Dans ce dernier cas, les phosphates disodique et dipotassique sont décomposés, et il y a formation de sulfure et d'hyposulfite.

» Il nous a paru important de rechercher la limite de cette réaction. Dans ce but, nous avons fait chauffer à une température constante de 100° C., pendant cent quarante-quatre heures, une solution contenant $52^{gr},82$ par litre de phosphate disodique pur mêlée avec du soufre. Le mélange était contenu dans des tubes scellés à la lampe pour éviter l'action de l'air sur les composés sulfurés.

» Au bout de ce temps, on a analysé le liquide et dosé avec soin le sulfure et l'hyposulfite formés. La quantité de soude enlevée par le soufre au phosphate était de $16^{gr},8$. Si le phosphate disodique eût été ramené à l'état de phosphate sesquisodique, cette quantité aurait dû être de $18^{gr},4$.

» La réaction semblait donc tendre vers la formation de ce dernier sel.

» Dans une deuxième expérience, le mélange de soufre et de phosphate disodique a été chauffé pendant trois cent trente-six heures, et cette fois la dose de soude enlevée au phosphate correspondait, à $0^{gr},0025$ près, à celle qu'exigeait la formation du phosphate sesquisodique, qui est, comme nous l'avons montré l'an dernier, neutre au tournesol, cristallisable et bien défini. Nous n'avons pas pu dépasser cette limite. L'action du soufre sur les phosphates alcalins semblerait donc conduire à considérer l'acide phosphorique comme un acide sesquibasique à fonction mixte.

» Dans une prochaine Communication, nous exposerons le résumé de nos expériences relativement à l'action du chlore, du brome et de l'iode sur les phosphates. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur une combinaison d'acide phosphorique et de silice.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Margottet**, présentée par M. Debray.

« L'acide métaphosphorique en fusion permet, ainsi que nous l'avons établi, de préparer à l'état cristallisé les métaphosphates des principaux sesquioxydes. Avant de faire connaître la composition des bains fusibles qui font cristalliser les pyrophosphates et les orthophosphates de ces bases, nous décrirons une combinaison de l'acide phosphorique avec la silice, qui cristallise dans les mêmes conditions que les métaphosphates d'alumine, de fer, de chrome et d'urane.

» Ce phosphate s'obtient en traitant par l'acide métaphosphorique en fusion tranquille, dans un creuset de platine, la silice provenant de la décomposition du fluorure de silicium par l'eau. Si cette variété de silice est simplement desséchée, la combinaison est immédiate; si elle a été calcinée à haute température, la combinaison est encore possible, mais elle ne s'effectue que lentement; la silice, plus fortement agrégée, provenant de la décomposition des silicates par les acides, résiste à l'action de l'acide métaphosphorique en fusion, à moins qu'elle ne soit chauffée à une température très élevée, comme on est obligé de le faire lorsqu'on veut transformer cette silice en tridymite par l'action du sel de phosphore.

» La combinaison de silice et d'acide phosphorique est très peu soluble dans l'excès d'acide métaphosphorique fondu, car une petite quantité de silice ajoutée à cet acide donne naissance à de nombreux cristaux microscopiques; la solubilité est cependant notable, car les cristaux grossissent lorsqu'on ajoute petit à petit la silice amorphe à l'acide métaphosphorique chauffé à 700° ou 800°.

» Les cristaux ainsi obtenus, faciles à isoler du dissolvant par l'action de l'eau bouillante, sont des octaèdres incolores, transparents, sans action sensible sur la lumière polarisée; ils sont rarement déformés par le développement irrégulier d'un groupe de faces; les seules modifications constatées dans de nombreuses préparations sont de petites troncatures sur les angles.

» La dureté de ce phosphate est assez grande pour rayer le verre; sa densité est 3,1 à 14°; il fond sur une lame de platine chauffée au chalumeau et donne un verre incolore qui ne se dévitrifie pas par le refroidissement.

» L'analyse conduit aux résultats suivants :

	Trouvé.		Calculé.
Silice	29,37	SiO^2	29,7
Acide phosphorique	69,91	PhO^5	70,3
Alumine	0,57		»
	99,85		100,0

» C'est donc un phosphate de silice qui répond à la formule PhO^5, SiO^2.

» Nous nous sommes assurés que cette méthode de préparation du phosphate de silice pourrait être appliquée aux combinaisons de l'acide phosphorique avec les autres oxydes ayant pour formule MO^2, et en particulier au phosphate de zircone.

» Il résulte donc de l'ensemble de nos expériences que la cristallisation des phosphates d'acides et celle des phosphates de sesquioxyde s'effectuent dans les mêmes conditions.

» Comme ces différents phosphates sont solubles dans l'acide métaphosphorique fondu, on a, par là même, le moyen de faire réagir la silice sur les acides ou sur les bases sesquioxydes dans des circonstances qui semblent favorables à la cristallisation des silicates.

» Les essais que nous poursuivons dans cette direction nous ont déjà permis de constater la formation d'un silicate de zircone et de plusieurs silicates de sesquioxydes. L'un de ces derniers, que nous avons préparé en

ajoutant au phosphate de sesquioxyde une faible quantité de phosphate de protoxyde de fer, présente même les macles de la staurotide. L'étude de ces composés sera continuée dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur les divers genres de borotungstates.* Note de M. **Daniel Klein**, présentée par M. Wurtz.

« Dans plusieurs Communications antérieures, nous avons décrit les sels d'un acide minéral complexe dérivé de l'acide tungstique, l'acide tungstoborique : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2H^2O + 22Aq$.

» Ce corps n'est pas le seul produit de la combinaison des acides borique et tungstique.

» 1° Par l'action de l'acide borique sur une solution de tungstate neutre de sodium, on obtient une eau mère très dense ([1]), de laquelle on peut précipiter un sel cristallin par l'addition d'acide chlorhydrique concentré. Ce sel se dissout dans l'eau, cristallise, par évaporation lente, en magnifiques prismes hexagonaux ($m - m = 120°$, $b^1 A b^1 = 137°37'$).

» Nous lui avions d'abord attribué la formule d'un boroduodécitungstate : c'est un boroquatuordécitungstate, et sa composition est représentée par la formule $14TuO^3, Bo^2O^3, 2Na^2O, 4H^2O + 25Aq$.

» Ce nouveau genre de sels, que, pour abréger, nous appellerons *borotungstate*, est caractérisé par son instabilité en présence des acides à l'ébullition. Ils se décomposent alors en un tungstoborate et hydrate tungstique qui se dépose.

» Nous n'avons pu préparer l'acide borotungstique; nous avons pu obtenir toutefois un certain nombre de sels de cet acide :

» 1° *Sel tribarytique* : $14TuO^3, Bo^2O^3, 3BaO, 5H^2O$. — Obtenu par le chlorure de baryum et le borotungstate disodique : masse spongieuse, soluble dans l'eau, formée d'un enchevêtrement de petites aiguilles décomposées par cristallisations successives dans l'eau froide.

» 2° *Sel tripotassique* : $14TuO^3, Bo^2O^3, 3K^2O + 22Aq$. — Obtenu en décomposant le précédent par le sulfate de potassium; se présente sous forme de fines aiguilles hexagonales indéterminables.

» 3° *Sel triargentique* : $14TuO^3, Bo^2O^3, 3Ag^2O, 7H^2O + Aq$. — Obtenu à l'aide du sel tribarytique et du sulfate d'argent, sel amorphe.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1070.

» 4° *Sel sodico-barytique :*

$$14TuO^3, Bo^2O^3(3\tfrac{1}{2}BaO\,1\tfrac{1}{2}\,Na^2O)5H^2O + 29Aq.$$

Petits cristaux octaédriques.

» 5° *Sel sodico-strontianique :*

$$14TuO^3, Bo^2O^3(3\tfrac{1}{2}Sr\,1\tfrac{1}{2}\,Na^2O)6H^2O + 29Aq.$$

Se dépose de sa solution sous forme d'un liquide oléagineux très dense, qui se fige au bout de vingt-quatre heures en croûtes cristallines.

» Ces sels ont été préparés par l'action des chlorures de strontiane et de baryum sans excès en solution bouillante versée dans l'eau mère dense dont nous parlons ci-dessus, eau mère portée elle-même à l'ébullition. L'eau froide paraît décomposer ces deux derniers sels.

» 2° En portant à l'ébullition des poids égaux de pentamétaborate de potassium $Bo^5O^{10}KH^4 + 2H^2O$ et d'hydrate tungstique, on obtient un sel que nous avons précédemment décrit ([1]) : c'est le boroduodécitungstate de potassium $12TuO^3, Bo^2O^3, 2H^2O, 2K^2O + 16Aq$.

» Par l'action du chlorure de baryum ce sel donne un boroduodécitungstate double, en gros cristaux quadratiques, portant les modifications de l'octaèdre. Ce boroduodécitungstate a pour formule

$$12TuO^3, Bo^2O^3, 3BaO, K^2O + 28Aq;$$

par suite d'une analyse inexacte, nous l'avions décrit comme un boroduodécitungstate de baryum.

» Des eaux mères de la préparation du boroduodécitungstate dipotassique nous avons pu extraire un sel en tables rectangulaires, qui est décomposable à l'ébullition par l'acide chlorhydrique, avec dépôt d'hydrate tungstique. Sa composition est représentée par la formule

$$12TuO^3, Bo^2O^3, 4K^2O + 21Aq.$$

Il appartient probablement à un autre genre que les précédents.

» L'acide boroduodécitungstique, préparé par la décomposition par HCl et Hg du sel mercureux insoluble, ne peut être concentré à chaud au delà de certaines limites ; il donne alors de l'hydrate tungstique et de l'acide tungstoborique.

» 3° Par l'action de l'acide borique sur le paratungstate d'ammonium,

---

([1]) *Comptes rendus,* t. XCI, p. 495.

on obtient une eau mère très dense, qui perd continuellement de l'ammoniaque par l'évaporation à chaud, et qui par le refroidissement donne deux sortes de cristaux : A, des prismes obliques; B, une masse saccharoïde qui cristallise la première.

» Nous étudions en ce moment ces sels et leurs divers dérivés : c'est encore un nouveau genre de borotungstate.

» 4° Pour terminer, nous signalerons un cinquième genre de ces sels : quand on prend du paratungstate de sodium, qu'on le traite par les $\frac{3}{4}$ de son poids d'acide borique, on obtient, par concentrations successives, une eau mère incristallisable; c'est probablement celle qui nous a servi à préparer les borotungstates.

» Par l'action du chlorure de baryum, additionné d'acide chlorhydrique en très petit excès sur cette eau mère concentrée et bouillante, on obtient un sel en prismes orthorhombiques, qui, par l'évaporation à siccité avec l'acide chlorhydrique et le chlorure de baryum, donne un tungstoborate et de l'hydrate tungstique.

» Ce sel barytique appartient à un cinquième genre de borotungstate, dont nous avons commencé l'étude. »

CHIMIE. — *Application des phénomènes de sursaturation à la théorie du durcissement de quelques ciments et mastics.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai montré, dans une Communication récente [1], que la cristallisation et la prise du plâtre résultaient de la formation préalable d'une liqueur *sursaturée* produite par la dissolution directe du sulfate de chaux anhydre dans l'eau. Cette théorie explique immédiatement la prise de tous les sels anhydres, sulfate de soude [2], carbonate de soude, etc., qui s'hydratent purement et simplement au contact de l'eau. Convenablement modifiée et généralisée, cette théorie peut encore expliquer la prise de tous les autres ciments et mastics, dont le durcissement ne résulte plus d'une simple hydratation, mais de la combinaison des différents corps déjà plus ou moins

---

(1) *Comptes rendus*, 12 mars 1883.

(2) J'aurais dû, à cette occasion, citer les expériences de M. Coppet sur la dissolution du sulfate de soude anhydre, qui sont antérieures à celles de M. Marignac, mais dont j'ignorais existence. Elles ont été publiées dans les *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1324.

hydratés : tels sont les mortiers de pouzzolanes, les mastics à l'oxychlorure de zinc, etc.

» M. Marignac, dans son Mémoire sur la solubilité du sulfate de chaux, indique que l'on peut obtenir une solution très fortement sursaturée en traitant de l'acide sulfurique convenablement dilué par un excès de carbonate de chaux. Ce procédé de sursaturation est tout à fait général et peut être énoncé de la façon suivante :

» *Toutes les fois qu'un corps se trouve à l'état naissant au contact de l'un de ses dissolvants et en quantité supérieure à celle qui y existerait normalement en dissolution, il peut se produire en dissolution sursaturée.* J'ai vérifié le fait dans un certain nombre de cas; je n'oserais cependant affirmer qu'il n'y ait pas d'exception à cette règle. Le contraire même est probable, car on sait qu'avec quelques corps il est très difficile, sinon impossible, d'obtenir des dissolutions sursaturées.

» Cet énoncé général comprend plusieurs procédés distincts de sursaturation. L'un deux, connu depuis longtemps, consiste à faire réagir deux dissolutions salines l'une sur l'autre. On obtient ainsi des dissolutions sursaturées d'alun, de divers sels de potasse, etc. Mais celui que j'ai plus spécialement eu vue ici et sur lequel je ne crois pas que l'attention ait encore été attirée, malgré l'expérience de M. Marignac rapportée plus haut, consiste à faire réagir un corps liquide ou dissous sur un corps solide. Quand le nouveau corps obtenu est faiblement soluble, on obtient des dissolutions qui sont relativement très fortement sursaturées.

» J'en donnerai quelques exemples en prenant de préférence des mélanges susceptibles de faire prise :

» 1° *Sulfate double de chaux et de potasse.* — M. Ditte [1] a montré que le gypse pulvérisé, gâché avec une dissolution saturée de sulfate de potasse, fait prise au bout de quelques minutes. En filtrant le liquide avant que la prise ait commencé, on obtient une dissolution très fortement saturée.

» 1^{gr} de gypse finement pulvérisé fut mis en suspension dans 100^{cc} de dissolution saturée de sulfate de potasse et agité pendant cinq minutes. Le liquide filtré commença à précipiter au bout de quelques instants. Après trois heures, le précipité de sulfate double de potasse et de chaux occupait presque toute la hauteur du liquide.

» 2° *Oxychlorure de zinc.* — Le chlorure de zinc additionné d'oxyde de

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 86.

zinc donne un mastic qui prend une grande dureté et est utilisé pour différents usages.

» 1gr d'oxyde de zinc fut mis en suspension dans 100cc d'une solution très concentrée de chlorure de zinc et agité pendant cinq minutes. Le liquide filtré commença à se troubler au bout de trois heures. Le lendemain les parois de la fiole étaient recouvertes d'un dépôt épais et adhérent d'oxychlorure de zinc cristallisé en aiguilles microscopiques.

» 3° *Oxychlorure de calcium*. — Ce composé fait prise comme les précédents; il donne également des dissolutions sursaturées.

» 1gr de chaux éteinte fut mis en suspension dans 100cc d'une dissolution concentrée de chlorure de calcium. La dissolution filtrée au bout de quinze minutes laissa déposer, après un repos de vingt-quatre heures, des cristaux d'oxychlorure de calcium adhérant aux parois de la fiole.

» Après avoir démontré le rôle des phénomènes de sursaturation dans la prise de ciments si différents les uns des autres, on serait en droit de généraliser immédiatement ce fait et de l'étendre, par simple raison d'analogie, aux ciments calcaires ordinaires, dont la faible solubilité et la lenteur à réagir rendent les expériences assez difficiles et incertaines. J'ai pu cependant reconnaître directement la formation de dissolutions sursaturées avec l'un des composés existant dans les ciments, le moins important, il est vrai, l'aluminate de chaux. En étudiant la solubilité des aluminates de chaux, j'avais observé des anomalies singulières :

» Tous les aluminates de chaux fondus, traités par un grand excès d'eau, laissent dissoudre de l'alumine et de la chaux en proportions variables et, généralement, différentes de celles du composé traité par l'eau. Les aluminates hydratés, au contraire, ne laissent jamais dissoudre d'alumine.

» Les dissolutions d'aluminates, abandonnées à elles-mêmes, laissent peu à peu précipiter la totalité de leur alumine et une partie de leur chaux à l'état d'aluminates de chaux hydratés cristallisés, de compositions variées. Au bout de six mois, la proportion d'alumine restée en dissolution est si faible qu'il est difficile d'en reconnaître avec certitude la présence; elle est en tous cas inférieure à 5mgr par litre. L'aluminate de chaux ne peut donc rester en dissolution qu'à l'état de *sursaturation* (1).

» La proportion d'alumine dissoute initialement est d'autant plus forte

(1) Les aluminates dissous sont en fait partiellement, peut-être même totalement dissociés en alumine et chaux.

que l'aluminate anhydre traité par l'eau renferme moins de chaux. La précipitation des aluminates hydratés est d'autant plus rapide que l'aluminate anhydre et par suite la dissolution renferment plus de chaux.

» En ajoutant à un volume de la solution d'un aluminate quelconque un volume égal d'eau de chaux, la précipitation commence au bout de quelques secondes et est complète au bout de quelques heures. Le précipité observé au microscope est formé de houppes de cristaux allongés, rayonnant autour d'un point central, qui se transforment, quand la précipitation est très lente, en petits sphérolithes compacts donnant en lumière polarisée la croix noire. Ils répondent à la formule

$$Al^2O^3, 4CaO,\ 12HO, 9HO.$$

Les neuf derniers équivalents d'eau qui disparaissent par une simple dessiccation dans l'air à 40° sont sans doute, en partie, de l'eau hygrométrique. Ces cristaux, après avoir été desséchés entre des papiers à filtre, présentent la composition suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Perte de poids à 40°	23,3	22,9
Perte de poids par calcination	30,7	30,6
Alumine	14,9	14,6
Chaux	31	31,7
	99,9	100

» Ils sont identiques comme aspect à ceux qui se forment pendant la prise des ciments alumineux et dont j'ai signalé l'existence dans une Communication précédente (¹). On peut très facilement en suivre la formation, au microscope, en observant la prise de l'aluminate anhydre répondant à la formule

$$Al^2O^3 4CaO.\ »$$

CHIMIE. — *Sur le chlorure de pyrosulfuryle.* Note de M. **D. Konowaloff**, présentée par M. Wurtz.

« Dans les *Comptes rendus* du 5 mars 1883, M. Ogier croit pouvoir affirmer de nouveau que le chlorure de pyrosulfuryle possède une densité de vapeur anormale, contrairement à ce que j'ai démontré dans la Note concernant le même sujet. Dans la même Note, j'ai expliqué les divergences

(¹) *Comptes rendus*, 27 mars 1882.

des expériences de M. Ogier avec les miennes par la présence du chlorhydrate sulfurique dans le chlorure de pyrosulfuryle préparé par M. Ogier. Une quantité du chlorhydrate sulfurique égale à 36 pour 100 du mélange (et non pas 75 pour 100, comme le pense M. Ogier) [1] serait suffisante pour expliquer les résultats obtenus par M. Ogier; elle abaisserait de 0,9 pour 100 la quantité centésimale du chlore et de 0,8 pour 100 la quantité centésimale du soufre dans le chlorure de pyrosulfuryle. En préparant ce composé par le procédé de M. Rose, une quantité insignifiante de chlorure de soufre pourrait diminuer encore cette différence. Les dosages de chlore de M. Ogier diffèrent de 0,5-0,6 pour 100 de la théorie, preuve que le composé analysé par lui contenait une substance plus pauvre en chlore.

» Un tel mélange, contenant seulement 36 pour 100 de chlorhydrate sulfurique, ne peut montrer les caractères du chlorhydrate sulfurique pur. C'est pourquoi la chaleur latente de ce mélange est moindre que la chaleur latente du chlorhydrate sulfurique pur; le chlorure de pyrosulfuryle ayant un poids moléculaire très grand doit posséder une chaleur latente très petite et par conséquent abaisser la chaleur latente du mélange.

» Les expériences de MM. Heumann, Köchlin et Billitz [2] me serviront à confirmer mes propositions. Ces chimistes ont trouvé 5,84 pour la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle, laquelle correspond à 10 pour 100 de chlorhydrate sulfurique mélangé au chlorure de pyrosulfuryle; un tel mélange diminue la proportion centésimale du chlore et du soufre de 0,25 pour 100, par conséquent d'une quantité qui est à peine plus grande que l'erreur que comporte la méthode du dosage de ces éléments. Il ne faudrait ajouter que 0,8 pour 100 d'eau au chlorure de pyrosulfuryle pour obtenir le mélange indiqué.

» Il est à démontrer qu'un tel mélange peut être purifié en le traitant par l'anhydride phosphorique, procédé que les chimistes allemands regardent comme un moyen d'éloigner complètement le chlorhydrate sulfurique. La

---

(1) 37,4 étant la densité de vapeur du $S^2O^5Cl^2$ trouvé par M. Ogier et 7,43 étant a densité vraie, on trouve, d'après l'équation,

$$\frac{X+1}{\frac{X}{7,43}+\frac{1}{2}}=3,74,$$

X (représentant le rapport de deux substances dans le mélange) est égal à 1,8 et non $\frac{1}{3}$, comme le pense M. Ogier.

(2) *Berichte der Deutschen chemischen Gesellsch.*, t. XVI, n° 4.

distillation fractionnée est une méthode plus sûre pour la séparation de nos composés, puisque la présence du chlorhydrate sulfurique abaisse notablement la température d'ébullition du chlorure de pyrosulfuryle, comme je l'ai déjà montré ([1]).

» Ainsi, en éloignant, par plusieurs distillations fractionnées, les parties plus volatiles, j'ai obtenu le chlorure de pyrosulfuryle tout à fait pur, ayant le point d'ébullition à 153° et une densité de vapeur théorique (7,3). Les fractions bouillant au-dessous de 153° présentent une densité de vapeur plus petite : la fraction 147°-152° ne donne que 6,4, et la fraction 140°-147° ne donne que 5,3 pour la densité de vapeur. Le même rapport entre les points d'ébullition et les densités de vapeurs du chlorure de pyrosulfuryle se retrouve dans les recherches suivantes :

Auteurs.	Point d'ébullition.	Densité de vapeur.
Ogier	140°,5	3,74
Rose	144°	4,3-4,5
Heuman, Köchlin / Billitz	145°-147°	5,84
Konowaloff	153°	7,3

» Dans le cours de mes déterminations de la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle, je n'ai pas observé une décomposition de ce composé : la fin de l'expérience s'accuse toujours nettement. Cette conclusion est affirmée par l'expérience suivante : j'ai déterminé la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle par la méthode de M. V. Meyer à 210° dans les vapeurs de nitrobenzine. L'appareil était rempli d'air sec; l'air dégagé durant l'expérience était recueilli dans un tube gradué rempli de l'acide sulfurique monohydraté. La durée de l'expérience était de *trente minutes*. Voici les données de cette expérience :

Poids de la substance	$0^{gr},193$
Volume de l'air	23^{cc}
Température de l'air	18°,3
Pression	766^{mm}

La densité est égale à 6,9. Cette expérience a été faite avec le chlorure

([1]) Avec le chlorhydrate sulfurique préparé par la combinaison directe de l'anhydride sulfurique et de l'acide chlorhydrique et mélangé avec deux parties du chlorure de pyrosulfuryle, j'ai observé la température d'ébullition de 140° à 143°.

de pyrosulfuryle conservé dans un tube scellé, mais qui avait été plusieurs fois ouvert, et le composé était déjà altéré par l'humidité de l'air.

» La détermination de la densité de vapeur de la même substance avec de l'air non séché dans l'appareil, en recueillant l'air déplacé au-dessus de l'eau à la même température, donne le résultat suivant :

Poids de la substance...........	$0^{gr},0602$
Volume de l'air................	$8^{cc},1$
Température de l'air............	16°
Pression atmosphérique..........	$766^{mm},2$
Durée de l'expérience...........	15^m
Densité trouvée................	$\Delta = 5,9$

» Ce résultat montre la grande sensibilité des vapeurs du chlorure de pyrosulfuryle envers l'humidité. Pour montrer la densité de vapeur théorique, la substance doit être complètement pure. Un abaissement d'un demi-degré dans la température d'ébullition influe sur la densité; c'est ainsi qu'avec le chlorure de pyrosulfuryle bouillant à 152°,5-153°, j'ai obtenu, pour les densités de vapeur, les chiffres 7,15; 7,05, moindres que ceux qu'exige la théorie.

» Dans ce moment, je prépare le chlorure de pyrosulfuryle par le procédé de M. Rose, et j'exposerai, dans une Note prochaine, si l'Académie veut bien le permettre, les résultats que j'aurai obtenus, quoique je sois certain que ce procédé donnera la même substance avec le point d'ébullition de 153° et avec une densité de vapeur normale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la différence d'aptitude réactionnelle des corps halogènes dans les éthers haloïdes mixtes.* Première partie : *Composés éthyléniques.* Note de M. L. Henry, présentée par M. Wurtz.

« L'étude des composés organiques, au point de vue dynamique, soulève la question générale suivante :

» Étant donné un composé multiple, renfermant, fixés sur un reste hydrobarboné C^nH^m, des radicaux X, X', X'', ..., de natures différentes, mais fonctionnellement analogues ou équivalents, susceptibles notamment d'être affectés par un même agent étranger Y, dans quelle *proportion* et dans quel *ordre successif* seront attaqués ces radicaux divers sous l'action de cet agent étranger, présenté en quantité insuffisante pour déterminer une réaction totale, c'est-à-dire attaquer tous les radicaux indistinctement et chacun d'eux complètement ?

» J'ai entrepris des recherches dans le but d'apporter des éléments objectifs à la solution de cette question.

» Les corps sur lesquels s'est tout d'abord portée mon attention sont les *dérivés éthyléniques*

$$\begin{array}{ccc} CH^2Cl & CH^2Cl & CH^2Br \\ | & | & | \\ CH^2Br & CH^2I & CH^2I \end{array}$$

» Ces éthers sont *biprimaires;* les corps halogènes y possèdent par conséquent leur maximum d'*aptitude réactionnelle* et la différence que l'on peut constater entre eux, sous ce rapport, ne peut être imputée qu'à leur nature propre.

» Voici le résumé succinct de mes expériences sur ce sujet.

» PREMIER SYSTÈME : *Chlore et brome* $\begin{array}{c} CH^2Cl \\ | \\ CH^2Br \end{array}$.

» 1° *Potasse caustique.* — Une molécule de potasse caustique en solution dans l'alcool sur une molécule de chlorobromure éthylénique.

» Réaction rapide et énergique sous l'action d'un léger échauffement : dégagement de gaz éthylène monochloré et précipitation de bromure potassique.

» Le bromure de potassium précipité était presque absolument pur.

» 2° *Ethylate de sodium.* — Un atome de sodium dissous dans l'alcool absolu sur une molécule de chlorobromure.

» Réaction identique à la précédente, production d'éthylène monochloré et de bromure de sodium pur.

» La quantité d'éthylène chloré qui se forme dans ces deux réactions est fort approximativement la quantité théorique; j'ai constaté en outre que le gaz n'est pas mélangé d'acétylène; il en doit être ainsi eu égard à la nature des précipités potassiques simultanément formés.

» 3° *Phénate potassique.* — Une molécule de phénol C^6H^5 ou une molécule de potasse caustique, le tout dissous dans l'alcool sur une molécule de chlorobromure éthylénique.

» La réaction se passe en deux sens : une partie du chlorobromure se transforme en gaz éthylène chloré; mais la grande masse se convertit en *éthylphénol* monochloré $\begin{array}{c} CH^2Cl \\ | \\ CH^2(OC^6H^5) \end{array}$, solide, cristallin, fusible à 25° et bouillant à 221° (1); dans l'un et l'autre cas, il se produit du bromure de potassium.

(1) Je m'occuperai de ce corps dans une Communication spéciale.

» 4° *Acétate potassique.* — Une molécule de sel potassique dissous dans l'alcool fort pour une molécule de chlorobromure éthylénique; on chauffe au bain d'eau, dans un appareil à reflux.

» Réaction lente et difficile à compléter; je parviens à retirer du liquide alcoolique une quantité notable de *chloracétate d'éthylène* $\begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH^2(C^2H^3O^2) \end{matrix}$ (éb., 145°); en même temps que celui-ci, il s'y est formé un abondant précipité de bromure de potassium pur.

» 5° *Sulfocyanate de potassium.* — La réaction de ce sel en solution alcoolique sur le chlorobromure d'éthylène, molécules égales de chacun de ces corps, a déjà été réalisée en 1879, par M. N. James [1].

» Il a obtenu surtout du chlorosulfocyanate d'éthyle $\begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH^2-CNS \end{matrix}$. M. James n'a pas examiné le précipité potassique formé.

» D'après mes expériences, ce précipité est du bromure mélangé d'une minime quantité de chlorure.

» 6° *Acétylo-acétate d'éthyle monosodé.* — Une molécule d'acétylo-acétate mélangée avec un atome de sodium dissous dans l'alcool, sur une molécule de chlorobromure éthylénique.

» Réaction fort lente; on chauffe au bain d'eau dans un appareil à reflux; précipitation successive de bromure de sodium sous forme d'une poussière jaunâtre fort ténue.

» L'analyse a démontré que ce précipité renfermait, pour 13 molécules de NaBr, une seulement de NaCl.

» On parvient à retirer du liquide alcoolique, à côté de l'acétylo-acétate éthylique non encore attaqué, une certaine quantité de chloréthylacétylo-acétate : produit sur lequel je me propose de revenir plus tard.

» 7° *Iodure de sodium.* — Une molécule d'iodure de sodium sec, dissous dans l'alcool sur une molécule de chlorobromure éthylénique [1].

» La réaction s'accomplit aisément par l'action d'une douce chaleur; la liqueur ne tarde pas à brunir, par suite de la mise en liberté de l'iode, en même temps qu'il s'y dépose un abondant précipité cristallin, mélange de bromure et de chlorure de sodium dans le rapport de $2NaBr + NaCl$.

» 8° *Azotate d'argent.* — J'ai fait réagir l'azotate d'argent sur le chlorobromure éthylénique au sein de l'alcool dans lequel ces deux corps peu-

(1) *Journal für praktische Chemie*, t. XX, p. 352.

vent se dissoudre, en quantité insuffisante cependant pour dissoudre tout l'azotate. La réaction est d'une grande netteté.

» *a.* J'ai d'abord employé ces deux composés à molécules égales, après quelque temps d'échauffement au bain d'eau dans un appareil à reflux : l'azotate d'argent est transformé en un volumineux précipité *blanc*.

» L'eau précipite, de l'alcool filtré, un liquide insoluble et plus dense qu'elle-même, lequel est un mélange de chlorobromure (éb., 108°) et de chloronitrate éthylénique $C^2H^4 \langle {}^{Cl}_{NO^3}$ (éb., 150°), composé que j'ai obtenu antérieurement par voie directe.

» Le précipité argentique est du bromonitrate d'argent $Ag^2 \langle {}^{Br}_{NO^3}$ pur. J'ai obtenu 104,4 pour 100.

» La quantité de bromonitrate argentique que l'on obtient dans cette réaction correspond exactement à la quantité d'azotate d'argent employée. C'est là sans doute la méthode la plus simple pour obtenir ce sel intéressant, dont la formation dans ces conditions montre bien que la molécule de l'azotate d'argent est

$$\begin{array}{l} Ag(NO^3) \\ | \\ Ag(NO^3) \end{array}$$ (¹).

» La formation du bromonitrate explique pourquoi, dans la réaction indiquée plus haut, la moitié du chlorobromure éthylénique reste intacte. Pour arriver à une réaction complète, il est nécessaire d'employer une quantité d'azotate d'argent double de la précédente.

» *b.* C'est ce que j'ai vérifié expérimentalement dans un essai subséquent.

» Le nitrate d'argent montre donc parfaitement la différence d'*aptitude réactionnelle* qui existe entre le *chlore* et le *brome*.

» Il résulte de cet ensemble de faits que *les réactifs métalliques manifestent une préférence* EXCLUSIVE (ou presque *exclusive*) *pour le brome, en présence du chlorobromure éthylénique* $\begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ CH^2Br \end{array}$. »

(¹) Par un échauffement longtemps prolongé, au lieu de la liqueur alcoolique, il se forme finalement du bromure d'argent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chlorhydrates liquides de térébenthène.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Berthelot.

« L'étude des chlorhydrates cristallisés de térébenthène a été faite très complètement, et l'on sait que, par soustraction des éléments de l'acide chlorhydrique, opérée dans des conditions ménagées, ces corps donnent naissance à des carbures solides et cristallisés : les camphènes isomériques avec les terébenthènes générateurs.

» Par contre, l'étude des chlorhydrates liquides est restée très incomplète, et l'on ne connaît pas bien la nature et les propriétés des carbures qu'ils engendrent par élimination de l'acide chlorhydrique combiné.

» Il m'a paru intéressant de combler cette lacune, et cette Note a pour but de présenter les résultats que j'ai obtenus.

» Les deux monochlorhydrates liquides que j'ai étudiés sont les suivants :

» 1° Le monochlorhydrate liquide qui se produit par l'action de l'acide chlorhydrique sur une dissolution alcoolique de térébenthène;

» 2° Le monochlorhydrate liquide obtenu par l'acide chlorhydrique gazeux agissant directement sur le térébenthène sec.

» I. Le térébenthène gauche, dissous dans l'alcool et traité par le gaz chlorhydrique, fournit un liquide qui peut être envisagé comme une combinaison instable de bichlorhydrate et de monochlorhydrate liquide de térébenthène (Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXVII, p. 223), répondant à la formule

$$C^{20}H^{16}\,2HCl,\ 2C^{20}H^{16}HCl.$$

» Pensant que l'on pourrait isoler de cette combinaison un chlorhydrate liquide défini, j'ai saturé d'acide chlorhydrique gazeux du térébenthène dissous dans deux fois son volume d'alcool (le térébenthène employé avait un pouvoir rotatoire $[\alpha]_d = -40°$) et laissé en contact pendant douze heures. Après précipitation de la combinaison chlorhydrique par l'eau et dessiccation au moyen du chlorure de calcium fondu, j'ai soumis le produit à la distillation dans le vide. J'ai obtenu ainsi un liquide incolore, légèrement huileux, d'une odeur douceâtre, nullement camphrée, et bouillant régulièrement à 120° sous une pression de $0^m,045$.

» Ce chlorhydrate présente un pouvoir rotatoire lévogyre

$$[\alpha]_d = -6^\circ 51'.$$

» Trois préparations successives ont toujours donné le même pouvoir rotatoire, ce qui indique nettement la nature définie du produit. Sa densité à 0° est de 1,016; son indice de réfraction par rapport à la raie D est

$$nd = 1,4826\ (^1).$$

» Traité par l'acide chlorhydrique en dissolution éthérée, il ne donne pas de bichlorhydrate; il ne contient pas de monochlorhydrate solide, ainsi que le fait voir l'action de l'acide azotique fumant.

» Enfin le dosage du chlore montre que cette substance est bien un monochlorhydrate défini et pur.

» I. $0^{gr},737$ de matière ont donné $0^{gr},6105$ de chlorure d'argent.

» II. $0^{gr},811$ de matière ont donné $0^{gr},6495$ de chlorure d'argent.

» Ce qui fait, en centièmes :

	Cl pour 100.	Théorie.
I.	20,48	20,5
II.	19,61	

» Placé dans les conditions qui permettent d'obtenir le camphène au moyen du monochlorhydrate cristallisé, c'est-à-dire traité à 180° par une dissolution alcoolique de potasse en vase clos, il fournit un carbure liquide répondant à la formule $C^{20}H^{16}$, ainsi que le montre l'analyse suivante :

» $0^{gr},300$ de matière ont donné $0^{gr},964$ d'acide carbonique et $0^{gr},328$ d'eau, ou bien, en centièmes :

	Pour 100.	Théorie.
C.	87,66	87,77
H.	12,15	12,23

» C'est un carbure incolore, très fluide, possédant une odeur voisine de celle des composés amyliques, qui se change en celle des zestes de citron par oxydation à l'air. Il fournit, par le gaz chlorhydrique, un mélange de monochlorhydrates solide et liquide.

» Ce nouveau térébenthène est lévogyre,

$$[\alpha]_d = -19^\circ 9';$$

il bout à 157°. Sa densité, $D_0 = 0,8812$, et son indice de réfraction,

$$nd = 1,4692,$$

(1) Température 12°,5. Angle du prisme 59° 33'. Déviation 35°34'.

sont, comme on le voit, supérieurs à ceux du térébenthène générateur.

» II. J'ai examiné de la même manière le chlorhydrate liquide, qui prend naissance en même temps que l'isomère solide par l'action du gaz chlorhydrique sec sur le térébenthène.

» Il est très difficile, pour ne pas dire impossible, de se procurer ce chlorhydrate liquide pur; que l'on opère à 100° ou à 125°, on obtient toujours une proportion notable de chlorhydrate solide dont on ne peut se débarrasser.

» J'ai néanmoins tenté l'expérience, et le chlorhydrate liquide que j'ai employé a été préparé de la manière suivante : Le térébenthène gauche ($[\alpha]_d = -40°$), saturé de gaz chlorhydrique à la température de 100° et soumis à des fractionnements dans le vide, fournit un chlorhydrate liquide parfaitement incolore, ne laissant plus rien déposer dans un mélange réfrigérant de sel et de glace.

» Ce corps bout à 120° environ sous une pression de $0^m,040$; sa densité à 0° est de 1,017; son indice de réfraction $nd = 1,4083$; il est lévogyre,

$$[\alpha]_d = -29°.$$

» Traité par l'acide azotique fumant, il donne encore une petite quantité de la modification solide; mais cette circonstance défavorable ne nuit en rien au résultat, le chlorhydrate liquide étant décomposé par la potasse alcoolique beaucoup plus rapidement et plus complètement que son isomère solide.

» Après un traitement par la potasse alcoolique en vase clos, à une température de 150° maintenue pendant douze heures, ce chlorhydrate fournit un carbure liquide, qui, convenablement rectifié, présente les propriétés suivantes :

» C'est un liquide incolore, très mobile, doué d'une odeur légèrement citronnée. Il bout à 157°. Sa densité à 0° est de 0,8815; à 12° elle est 0,8724. Son indice de réfraction pour la raie D est 1,4704; son pouvoir rotatoire $[\alpha]_d = -40°$.

» C'est un carbure camphénique, ainsi que le montre l'analyse suivante :

	gr
Matière	0,210
Acide carbonique	0,6725
Eau	0,2345

En centièmes :

	Trouvé.	Théorie.
C....................	87,33	87,77
H....................	12,38	12,23

» Ce nouveau térébenthène, traité par le gaz chlorhydrique, engendre, comme le térébenthène primitif, un mélange de chlorhydrate solide et liquide.

» Le chlorhydrate solide est dextrogyre; la petite quantité que j'avais à ma disposition m'a empêché d'en déterminer le pouvoir rotatoire et les propriétés chimiques.

» Dans un prochain Mémoire, je ferai connaître le résultat de mes recherches sur les chlorhydrates liquides d'australène ([1]). »

ZOOLOGIE. — *La structure de l'ovaire et la formation des œufs chez les Phallusiadées.* Note de M. **L. Roule**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« J'étudie depuis quelques années l'anatomie, l'histologie et la faune des Tuniciers des côtes de Provence, et j'ai résumé dans trois Notes (*Comptes rendus*, juin et juillet 1882) les principales particularités de l'organisation du *Ciona intestinalis*, L.; en ce moment, je termine un Mémoire dans lequel j'ai rassemblé toutes mes observations sur la famille des Phallusiadées. J'ai insisté de préférence, dans ces Notes, sur les traits les moins connus de la structure; je n'ai point cru devoir décrire avec détails l'anatomie de l'ovaire ni le mode de développement des œufs, qui me paraissaient suffisamment élucidés par les recherches de MM. les professeurs Semper et H. Fol. M. le professeur Sabatier, dans une Note récente, remet ce sujet en question; aussi me semble-t-il nécessaire de préciser, à mon tour, la structure de l'ovaire et le mode de développement des ovules des Phallusiadées.

» Dans une de mes Communications (26 juin 1882), j'ai écrit que l'ovaire condensé en une masse unique est renfermé dans la cavité générale et tapissé extérieurement par l'endothélium péritonéal de cette cavité; sa substance est un lacis de travées conjonctives irrégulières limitant de vastes espaces remplis d'œufs à tous les états de développement. A vrai dire, l'ovaire entier n'est constitué que par des lacunes conjonctives, semblables aux lacunes sanguines et à celles qui, dans la paroi intestinale, forment les acini testiculaires; la structure est la même dans tous les cas, un endothé-

([1]) Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon.

lium recouvrant les travées conjonctives. Le cœlome de la larve n'est pas seulement représenté, chez l'adulte, par la cavité générale du corps lorsqu'elle existe: les lacunes conjonctives en sont aussi une dépendance directe. Certaines des cellules mésodermiques désagrégées produisent les revêtements endothéliaux de ces lacunes, comme certaines autres se rassemblent pour constituer le revêtement péritonéal de la cavité générale du corps; les cellules endothéliales des lacunes conjonctives ont ainsi la même origine que les cellules péritonéales. Les ovules se développent aux dépens de l'endothélium qui tapisse les lacunes ovariennes.

» M. H. Fol (*Journal de Micrographie de Pelleton*, 1877) a décrit plus exactement que ses devanciers la formation des enveloppes de l'œuf, de la coque, follicule ou capsule et du testa. Pour lui, comme pour Semper, les cellules du testa sont produites dans le vitellus ovulaire, elles émigrent à la periphérie et s'étalent sous le follicule. Le professeur de Genève, recherchant ensuite, chez la *Ciona intestinalis*, l'origine des cellules de la coque, montre qu'elles apparaissent dans la substance même de l'ovule, vers la périphérie de la vésicule germinative, et sont peu à peu rejetées au dehors; M. Fol n'a pas pu saisir leur mode exact de formation, mais il avance cependant que le noyau des cellules folliculaires paraît dériver de la vésicule germinative. Les observations récentes de M. Sabatier confirment les recherches de M. H. Fol.

» J'ai vu, sur les œufs de *Ciona intestinalis*, les phénomènes signalés par MM. Fol et Sabatier; je dois dire qu'il n'est possible de les apercevoir que sur des œufs soumis aux divers réactifs histologiques, après avoir été fixés par l'acide osmique et débités en tranches minces; j'ai pu reconnaître ainsi dans tous ses détails l'origine des enveloppes ovulaires et compléter les études de ces deux savants. Les ovules dérivent des cellules endothéliales; celles-ci grossissent peu à peu et évoluent à peu près directement chacune en un ovule, sans subir de segmentations bien nombreuses ou même parfois sans se diviser. Le noyau de l'ovule jeune est très gros, et c'est là, du reste, un caractère commun à la plupart des cellules jeunes, mais on ne peut supposer qu'il constitue à lui seul l'ovule tout entier. La cellule endothéliale, qui, soit directement, soit après quelques segmentations, se transforme en ovule, possède autour de son noyau une couche protoplasmique et une membrane enveloppante externe; celle-ci devient la membrane vitelline très mince, pendant que le protoplasme et le noyau, augmentant de volume, constituent le vitellus ovulaire et la vésicule germinative.

» En comparant des ovules à tous les états de leur développement, et suivant la série de ces états depuis la cellule endothéliale jusqu'à l'œuf bien constitué, ce qui est très facile dans les ovaires de *Ciona intestinalis*, dont les ovules, étagés régulièrement suivant leur complexité et leur taille croissantes, rayonnent pour ainsi dire autour d'un centre de formation, il est possible de saisir l'origine exacte des enveloppes ovulaires. La vésicule germinative des très jeunes ovules renferme, outre le gros nucléole, deux ou trois autres nucléoles plus petits, formés pendant l'évolution des cellules endothéliales en cellules ovulaires. Les nucléoles adventifs sont plus nombreux, cinq à six environ, dans les œufs de taille un peu plus grande; certains d'entre eux sont placés sur la limite externe, alors assez confuse, de la vésicule germinative et pénètrent même dans le vitellus. Les œufs un peu plus développés renferment quelques-uns de ces nucléoles dans leur vitellus, et de plus en plus près de la membrane vitelline périphérique que l'ovule lui-même est plus éloigné du centre de formation; autant qu'il est possible d'en juger d'après cet aspect, ceci correspond sans doute à une migration vers l'extérieur de noyaux formés dans la vésicule germinative.

» Les nucléoles parvenus dans le vitellus sont entourés plus ou moins rapidement par une zone claire, d'abord assez confuse, puis nettement délimitée; il est permis dès lors de les considérer comme les noyaux de cellules, d'origine endogène, dont le protoplasme serait la zone claire; ces cellules s'étalent au-dessous de la membrane vitelline, et, toujours en remontant la série des états du développement ovulaire depuis le centre de formation, on peut suivre la transformation de ces éléments endogènes en cellules de la coque et du testa. En comparant les ovules jeunes entre eux, il semble que les noyaux n'apparaissent que peu à peu dans la vésicule germinative; les premiers formés, parvenus les premiers dans le vitellus, où ils sont entourés par le protoplasme clair, étalés à la périphérie, augmentent de volume et deviennent les cellules folliculaires; avant que leur contenu prenne l'aspect écumeux caractéristique, certaines de ces dernières se segmentent, et c'est ainsi que, soit par migration, soit par segmentation, la coque folliculaire environne l'œuf entier. Lorsque cette couche est complète, la production des noyaux, bien que ralentie, n'en persiste pas moins; seulement, ces noyaux, entourés par la zone claire, ne peuvent parvenir à l'extérieur occupé par le follicule, restent au-dessous de lui, et la zone ne se différencie pas davantage; ces éléments gardent toujours le même aspect et constituent la couche du testa. Cette dernière enveloppe est donc un reste de l'excrétion ovulaire qui a produit le follicule; dans certains cas, les derniers

noyaux formés sont assez nombreux pour constituer une couche du testa complète, et dans d'autres ils ne peuvent produire que des amas séparés, nullement rassemblés en une assise continue : c'est là une source de variations suivant les espèces d'Ascidies, et même parfois suivant les individus d'une même espèce. Chez les Molgulides, la production des noyaux est arrêtée, en général, lorsque l'enveloppe folliculaire est complète. »

ZOOLOGIE. — *Sur les organes du vol chez les Insectes.* Note de M. **Amans**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Après de nombreuses dissections et vivisections, faites sur des Insectes au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Montpellier, je crois pouvoir présenter quelques observations sur la construction d'une aile artificielle. Deux théories sont en présence : 1° celle de M. Marey considère l'aile comme formée d'une tige antérieure suivie d'un voile membraneux; des mouvements alternatifs verticaux d'élévation et d'abaissement suffisent pour déterminer le vol; 2° celle de M. Petitgrew regarde l'aile comme une surface gauche hélicoïdale, qui se fixe dans l'air, comme dans un écrou.

» Dans l'une et l'autre théorie, la construction de l'aile me semble pécher par un point essentiel. Les observateurs ont, en effet, négligé ce fait que la base de l'aile est formée de deux plans, formant un angle obtus, de façon que, dans le coup d'aile descendant, le plan postérieur, loin de fuir, vient présenter sa concavité à la colonne d'air frappée. La résultante de cette action sur les deux aisselles soulève l'animal. La présence de ces deux plans et leurs fonctions découlent d'une anatomie rigoureuse de la base de l'aile, du squelette et des muscles; mes recherches ont d'abord porté sur l'Eschna, les Locustes et les Sirex. Comme vérification, il suffit de supprimer cet angle dièdre pour abolir le vol.

» Mon intention est de continuer l'étude anatomique du thorax chez tous les animaux qui volent et de généraliser l'importance et la fonction de cet angle dièdre. Mais, dès maintenant, il me paraît indiqué d'adopter un nouveau type d'aile artificielle. J'espère sous peu apporter, sinon une théorie rationnelle du vol, du moins quelques expériences concluantes sur le vrai type de navigation aérienne. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine et la formation trichomatiques de quelques cystolithes.* Note de M. J. CHAREYRE, présentée par M. P. Duchartre.

« En étendant à tout le groupe des Urticinées l'étude du développement des cystolithes, faite jusqu'ici sur une seule espèce (*Ficus elastica* Roxb.), j'ai pu établir, entre ces productions et quelques autres formes d'incrustation calcaire des tissus végétaux, des rapports que n'avaient pas vus les observateurs qui s'en sont occupés, et m'assurer que, sauf quelques rares exceptions, les cystolithes des Urticinées se forment à l'intérieur d'un poil.

» Sur une très jeune feuille de *Morus alba* L., que je prendrai comme exemple, j'ai vu ces poils, très longs et un peu renflés à la base, se remplir peu à peu, depuis la pointe, d'une masse cellulosique disposée par couches successives, incrustée de calcaire, qui gagne toute la cavité, et fait saillie dans la chambre basilaire. On peut, en observant des feuilles de plus en plus âgées, voir ces poils se résorber peu à peu; leur extrémité s'atrophie, tandis que leur partie inférieure renflée s'accroît et devient globuleuse; en même temps, la masse cystolithique se détache des parois, et forme, dans la cavité, une saillie en massue, adhérente seulement par sa partie supérieure, dépourvue de calcaire, qui, d'abord large, se rétrécit ensuite pour former un pédicule. Dans les feuilles adultes, l'extrémité du poil disparaît entièrement, et la partie basilaire, maintenant incluse dans l'épiderme, constitue une vraie cellule cystolithique.

» J'ai retrouvé ce même mode de développement chez *Cannabis sativa* L., *Humulus Lupulus* L., *Morus nigra* L., *Ficus Carica* L., *F. repens* Willd., *Celtis australis* L., *C. occidentalis* L.; mais, dans les trois dernières espèces, le poil est beaucoup moins développé; il peut même, chez les *Celtis*, être réduit à une légère proéminence de la paroi cellulaire externe. Chez les *Bœhmeria* et les *Forkohlea*, il est aussi représenté seulement par une légère saillie des cellules cystolithiques jeunes au-dessus des autres éléments épidermiques.

» Ces faits me permettent de considérer le développement des cystolithes du *Ficus elastica* Roxb., connu depuis longtemps, comme une simplification de celui que je viens de décrire. Les *F. macrophylla* Desf., *F. rubiginosa* Desf., et les genres *Urtica* et *Parietaria* sont dans le même cas. Le poil primitif n'y apparaît pas, et n'est plus représenté que par l'épaississe-

ment de la paroi externe de la cellule, phénomène précurseur de l'apparition du rudiment cystolithique.

» D'autre part, chez certains types d'Urticinées (*Broussonetia papyrifera* Vent., *Artocarpus incisa* Lin. fil., *A. integrifolia* Lin fil.), les formations cystolithiques conservent toujours, même sur les feuilles adultes, leur disposition primitive à l'intérieur d'un poil.

» Certaines Borraginées sont aussi pourvues de poils cystolithiques qui se résorbent en partie pour constituer des formations analogues (*Tournefortia heliotropioides* Hook., *Tiaridium indicum* L., *Heliotropium Europeum* L., *H. Peruvianum* L., *Symphytum asperrimum* Bbrst.), et qui peuvent même, quelquefois, dans les trois premières espèces, subir une résorption plus complète, et produire de vrais cystolithes.

» Le cas le plus fréquent, dans cette famille, est, d'ailleurs, celui dans lequel le poil cystolithique conserve toujours son entier développement. Sa cavité est alors occupée par un dépôt stratifié et incrusté de calcaire, que les réactifs montrent formé de cellulose (*Cynoglossum cheirifolium* L.). Ces poils peuvent souvent alors s'entourer à la base d'une rosette de cellules dont la cavité est occupée par des couches concentriques de cellulose, incrustées de carbonate de chaux (*Myosotis sylvatica* Ehrh., *Anchusa officinalis* L., etc.).

» J'ai vu, dans d'autres familles, des formations du même genre, plus ou moins modifiées : parmi les Composées, le *Cassinia glauca* R. Br., est pourvu de poils cystolithiques, entourés de plusieurs rangées de cellules incrustées de calcaire. Les poils des *Helianthus* sont pluricellulaires, pourvus, dans leurs deux cellules basilaires, de dépôts cystolithiques, et entourés d'une rosette de cellules également incrustées. Des poils pluricellulaires, à parois épaisses, et à cavités remplies de carbonate de chaux, se trouvent aussi chez quelques Cucurbitacées (*Cucurbita Pepo* L., *Ecbalium Elaterium* L.). Chez certaines Crucifères, l'incrustation calcaire des poils est réduite à un dépôt, sur leur paroi interne, de concrétions ponctuées distinctes, et sans support cellulosique spécial (*Sisymbrium officinale* Scop., *Diplotaxis erucoides* DC., *Cheiranthus Cheiri* L., *Alyssum maritimum*).

» J'ai constaté quelquefois dans ces poils une tendance à se résorber, pour constituer des formations internes, analogues aux cystolithes. Les concrétions calcaires de l'*Ulmus campestris* L., et une partie de celles du *Verbena Bonariensis* L., reconnaissent cette origine. Les éminences mamillaires du *Cerinthe aspera* Roth. sont dues à la résorption de poils entourés d'une rosette de cellules basilaires.

» Des éminences mamillaires de même nature, mais non précédées de l'apparition d'un poil, se trouvent chez l'*Omphalodes linifolia* Moench., et le *Momordica Charantia* L.

» Les cystolithes des Acanthacées, et ceux des Urticées du groupe des Procridées, par leur constitution, ne se laissent pas facilement rattacher aux formations précédentes. Cependant, les cystolithes de certaines Orties (*U. sinensis* L., *U. macrophylla* Thunb., p. ex.), tout en conservant certains caractères de ceux des Urticées (situation dans l'épiderme, développement tardif aux dépens de la paroi externe d'une cellule épidermique), prennent la forme, la constitution cristalline et la structure des cystolithes des Acanthacées. L'étude du développement des cystolithes dans cinq espèces d'Acanthacées m'a permis de confirmer les observations de K. Richter, et de constater en outre que, d'abord pisiforme, le cystolithe s'accroît dans le sens longitudinal, par le dépôt successif de couches de cellulose et de carbonate de chaux.

» En résumé, je distingue deux catégories de cystolithes : 1° ceux de la plupart des Urticinées, épidermiques, et développés le plus souvent aux dépens d'un poil, rarement de la paroi externe d'une cellule épidermique; 2° ceux des Acanthacées et des Procridées, existant dans tous les tissus, et développés aux dépens des parois de la cellule qui les contient. Ces deux catégories sont peut-être reliées par les cystolithes linéaires de certaines Orties. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches physiologiques sur les Champignons.* Note de MM. **Gaston Bonnier** et **L. Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une série de recherches sur la physiologie des végétaux sans chlorophylle, nous avons choisi les Champignons comme premier sujet d'études.

» Les quelques résultats dont nous résumons ici l'exposé sont relatifs à la respiration et à la transpiration, ainsi qu'à l'examen des diverses causes qui peuvent influer sur ces deux fonctions.

» I. Respiration. — Dans toutes les expériences, nous avons trouvé que le volume de l'oxygène absorbé est supérieur au volume de l'acide carbonique produit. Suivant les différentes espèces, le rapport du volume de l'oxygène absorbé au volume de l'acide carbonique émis varie de 0,55 à 0,81. Dans la plupart des cas, ce rapport est voisin de 0,6.

» Les appareils employés, qui seront décrits dans un prochain Mé-

moire, permettent de mesurer exactement la température et la pression, et sont construits de manière qu'on puisse faire, à un moment quelconque, une prise de gaz dans l'air même qui entoure les végétaux mis en expérience. Cette disposition donne aussi le moyen de mesurer exactement le volume des gaz contenus dans l'appareil.

» Ajoutons que, dans toutes les recherches, nous avons opéré avec les *mêmes* végétaux et en croisant les expériences; car on n'obtient pas des résultats identiques en comparant dans les mêmes conditions des poids égaux de végétaux d'âges différents ou même en apparence semblables.

» 1° *Etude de l'air confiné.* — Une étude préalable de la respiration des Champignons à une température déterminée, dans l'air confiné, nous a montré que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ ne change pas pendant un certain temps.

» Lorsqu'on dépasse ce temps, l'oxygène est bientôt entièrement consommé, tandis qu'il continue à se dégager de grandes quantités d'acide carbonique. Il se produit alors le phénomène signalé par MM. Lechartier et Bellamy ([1]), et étudié chez les Champignons par M. Müntz ([2]); la plante, par son activité propre, fait fermenter les sucres qu'elle contient.

» Dans nos expériences, nous avons toujours eu soin de ne jamais dépasser le temps pendant lequel la respiration normale n'est pas altérée par cette fermentation propre, temps pendant lequel le rapport $\frac{CO^2}{O}$ reste invariable.

» 2° *Influence de la température.* — Plusieurs séries d'expériences faites sur les *Polyporus versicolor*, *Agaricus coriaceus* et *Agaricus velutipes* ont servi à vérifier l'augmentation régulière de la respiration avec la température, toutes les autres conditions restant les mêmes.

» Contrairement aux résultats obtenus par plusieurs auteurs sur d'autres végétaux, nous avons trouvé que *le rapport du volume de l'oxygène absorbé à celui de l'acide carbonique émis ne varie pas sensiblement avec la température*, pour une même espèce.

» On peut s'expliquer comment on a pu croire que ce rapport augmentait avec la température, en remarquant que, pour le même temps, le phénomène de la fermentation propre, dont nous avons parlé plus haut, se révèle beaucoup plus vite à une température élevée; dès lors, la quantité d'acide carbonique dosée se trouve augmentée.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 367, et p. 466; 1869.
([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VIII, 1876.

» 3° *Influence de l'état hygrométrique.* — En opérant dans les mêmes conditions d'éclairement et de température, sur les mêmes Champignons (Agarics et Polypores), nous avons trouvé que *l'intensité du phénomène respiratoire augmente très sensiblement avec l'état hygrométrique de l'air.* Il est donc essentiel de maintenir toujours les végétaux à étudier dans un air d'état hygrométrique constant, lorsqu'on veut examiner l'influence de la radiation.

» 4° *Influence de la nature des radiations.* — Nous avons d'abord cherché si, pour la même température et le même état hygrométrique, les mêmes végétaux respirent différemment à l'obscurité et à la lumière diffuse.

» Les résultats de vingt-cinq séries d'expériences, portant sur plusieurs espèces des genres *Telephora, Polyporus* et *Agaricus,* ont été concordants.

» Dans tous les cas, *la lumière diffuse a diminué la respiration,* toutes conditions égales d'ailleurs.

» Cette diminution, sur la quantité d'acide carbonique par exemple, peut atteindre en certains cas jusqu'à un tiers.

» Nous avons ensuite comparé les radiations lumineuses les moins réfrangibles aux plus réfrangibles. Pour cela, nous avons établi plusieurs séries d'expériences, soit en employant la méthode des liquides colorés absorbant certaines radiations déterminées, soit en exposant les Champignons successivement dans les diverses régions d'un spectre de réfraction. Dans les deux cas, les expériences étaient croisées et faites à la même température.

Par ces deux méthodes, nous avons trouvé que, toutes les autres conditions étant égales, *l'intensité des phénomènes respiratoires est plus grande pour les rayons lumineux les plus réfrangibles (bleu et violet) que pour les moins réfrangibles (jaune et rouge).*

» La différence entre les volumes de gaz émis ou entre les volumes de gaz absorbés peut dépasser un quart.

» II. Transpiration. — Les Champignons dont nous avons étudié la transpiration étaient placés dans des conditions telles que la quantité d'eau absorbée par eux fût sensiblement égale à la quantité d'eau transpirée pendant le même temps.

» Après avoir vérifié l'influence considérable de l'élévation de température et de l'abaissement de l'état hygrométrique sur l'intensité de la transpiration, nous avons étudié l'influence de la lumière diffuse.

» L'appareil étant disposé de manière à maintenir la température et l'état hygrométrique constants, nous avons mesuré la quantité d'eau ab-

sorbée, en croisant des expériences de même durée faites à la lumière diffuse et à l'obscurité, sur les mêmes Champignons.

» Nous avons aussi mesuré la quantité de vapeur d'eau perdue, dans les mêmes conditions.

» Les résultats concordants de ces diverses expériences, faites sur plusieurs espèces d'Agarics et de Polypores, montrent que *la transpiration est plus grande à la lumière diffuse qu'à l'obscurité*. La différence peut atteindre un quinzième du poids de l'eau transpirée. On sait que le même fait avait été établi pour les plantes à chlorophylle. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Exploration scientifique dans le détroit de Magellan, à la Terre-de-Feu et sur la côte de la Patagonie, faite à bord de la corvette brésilienne* Parnahyba. Note de M. **Cruls**, adressée à l'Académie par S. M. dom Pedro.

« L'envoi d'une mission à Punta-Arenas pour l'observation du passage de Vénus et disposant d'une corvette de l'État, a paru une occasion éminemment favorable pour lui adjoindre un naturaliste chargé d'explorer la région magellanique et d'y faire des collections d'Histoire naturelle. Pendant la durée des travaux astronomiques, le naturaliste, M. Rumbelsperger, s'est borné à explorer les environs de Punta-Arenas ; mais, à partir du 20 décembre, les recherches se sont étendues jusqu'au fond de la baie de l'Amirauté. Le retour s'est effectué, en passant par le canal Gabriel, après quoi, l'on s'est arrêté dans la baie connue sous le nom de « Bahia de Gente grande », où une excursion a été faite à l'intérieur de la Terre-de-Feu. Sur la côte de la Patagonie, on a fait des haltes à Santa-Cruz, Port-Désiré et Bahia-Blanca. Durant tout le parcours de cet itinéraire, il a été fait une ample collection de plantes terrestres et aquatiques, de minéraux, fossiles, animaux divers, et objets ethnographiques. A Santa-Cruz, le commandant Saldanha da Gama a réussi à remonter avec la corvette le cours du rio Santa-Cruz, sur une longueur de plus de vingt milles, jusqu'à un point du fleuve où la rive droite présente un grand intérêt au point de vue géologique, et où ont été recueillis de curieux échantillons de l'*Ostrea gigantea patagonensis*.

» Dans tout le cours de cette expédition, j'ai réussi à prendre un certain nombre de photographies représentant des paysages divers, glaciers, etc., ainsi que des types de Fuégiens de la tribu des Aliçao.

» En somme donc, cette excursion a produit des résultats d'un certain

intérêt, au point de vue de la Géographie, de la Navigation et de la richesse naturelle de la contrée; et les collections que l'on a rapportées iront enrichir le Musée National de Rio-de-Janeiro.

» Dans les Mémoires qui seront publiés ultérieurement sur l'observation du passage de Vénus par les Commissions brésiliennes, paraîtra un Rapport donnant la description minutieuse des collections recueillies par la Commission de Punta-Arenas. »

PHYSIOLOGIE. — *La perception des couleurs et la perception des différences de clarté*. Note de M. **A. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Nous savons qu'un objet composé de points colorés multiples, et auquel on donne un éclairement progressif dans l'obscurité, commence par faire l'impression d'une surface lumineuse incolore, uniforme et un peu plus étendue que l'objet. Ce fait tient à une propriété de la rétine et non à la dispersion dioptrique des rayons lumineux, car il a encore lieu, comme je m'en suis assuré, quand on regarde à travers un diaphragme percé d'un trou très fin, ayant moins de $0^m,001$ de diamètre.

» C'est sur ce fond incolore que se détachent vaguement les points colorés lorsqu'on a donné à l'objet une clarté suffisante pour percevoir sa couleur. A ce moment, sans distinguer nettement les points les uns des autres, on a cependant l'impression que l'objet n'est pas unique, et il semble que la sensation chromatique se produise au moment même où débute l'excitation de l'appareil percepteur des formes. Nous savons, d'après la Note précédente, que ce dernier appareil présente, pour les divers rayons du spectre, une excitabilité très différente de celle que possède l'appareil percepteur de la lumière brute. La sensation de couleur pourrait donc n'être qu'une sensation *différentielle;* en d'autres termes, ce que l'on percevrait comme couleur ne serait que le rapport entre la sensation lumineuse brute et la sensation plus limitée fournie par l'appareil percepteur des formes (sensation visuelle proprement dite).

» Les expériences suivantes montrent que, en effet, la sensation de couleur peut se réduire à une sensation différentielle.

» L'œil étant adapté exactement à l'éclairage ambiant ou, mieux, ayant été maintenu vingt minutes dans l'obscurité, on le place devant l'oculaire de mon appareil graduateur de la lumière, c'est-à-dire dans une enceinte complètement obscure, au fond de laquelle on peut faire apparaître une surface colorée d'éclairement variable. Cette surface colorée peut être plus

ou moins grande; je lui ai donné ordinairement la forme d'un carré de $0^{m},007$ de côté, placé à $0^{m},20$ de l'œil. On détermine le maximum d'éclairement nécessaire pour produire une sensation dans l'appareil visuel, sensation qui, je le rappelle, est celle d'une lumière incolore. Cet éclairement mesure, pour chaque couleur, l'excitabilité des éléments qui perçoivent la lumière brute.

» Maintenant, au lieu de mettre l'œil devant un fond obscur, présentons-lui, par un artifice expérimental que j'ai facilement réalisé, une surface plus ou moins éclairée (bien que toujours à un faible degré), sur laquelle pourra venir se détacher notre carré coloré précédemment décrit. Soit, par exemple, une feuille de papier blanc dont nous éclairerons uniformément la surface antérieure à l'aide d'une lumière blanche d'intensité assez faible et déterminée, tandis que, par derrière et seulement sur l'étendue de notre carré de $0^{m},007$, viendront s'ajouter, par transmission, les rayons d'une source monochromatique dont nous pourrons graduer et mesurer l'intensité. Pour une clarté donnée de la surface incolore, il faudra un éclairement déterminé du carré coloré pour le faire distinguer du fond.

» Or un résultat constant de ces expériences est le suivant : en même temps que le carré est distingué du fond, il paraît coloré, il ne passe pas par une phase incolore comme lorsqu'il se détache sur un fond obscur. On voit qu'ici la sensation de couleur se confond avec la sensation de différence de clarté.

» De plus, fait capital et qui explique le précédent, l'éclairement minimum à donner au carré pour le faire distinguer du fond varie suivant une loi précise, d'après la nature de la couleur, et dépend uniquement de cette dernière pour une clarté donnée du fond. *Si l'on rapporte cet éclairement à celui qui a donné dans l'obscurité la première sensation lumineuse*, on trouve que, pour un même fond incolore, il faut plus de bleu que de vert, plus de vert que de jaune, plus de jaune que de rouge pour faire distinguer de ce fond les surfaces éclairées par ces diverses couleurs. Or, c'est là précisément l'ordre de répartition des couleurs dans le spectre, ordre que nous avons déjà trouvé à propos de la distinction des points lumineux. Chaque rayon du spectre agissant d'une façon spéciale se distinguera par cela même de l'impression générale exercée par le fond, et ce que l'on percevra comme couleur, ce sera la différence ou plutôt le rapport existant entre ces deux impressions.

» On peut donc rapporter la notion de couleur à la perception d'une différence d'excitation de deux appareils différents, appareil de la sensibi-

lité lumineuse brute, appareil de la sensibilité visuelle ou de la distinction des formes, peu importent les noms. Je n'attache pas de signification précise au mot appareil. Sont-ce des éléments rétiniens, sont-ce des éléments cérébraux qui sont en jeu? Je l'ignore. Mais ce qu'on peut affirmer, c'est qu'il y a deux modes d'action différents des rayons spectraux, excitation différente de deux sortes d'éléments, et appréciation de cette différence d'excitabilité sous forme de sensation de couleur.

» Maintenant, que les deux modes d'excitation dont je viens de parler soient produits simultanément par une seule région du spectre, c'est ce qui résulte de l'ensemble de mes recherches précédentes, sur lesquelles je n'ai pas à revenir.

» De plus, si l'on établit expérimentalement pour chaque couleur le rapport existant entre l'éclairement qui détermine la sensation lumineuse et l'éclairement qui produit dans l'obscurité la sensation de couleur, on trouve justement que ces couleurs se rangent en série d'après leur ordre de réfrangibilité, en commençant par les plus réfrangibles. En effet, en faisant abstraction du violet, l'intervalle le plus grand entre les sensations de lumière et de couleur se montre pour le bleu, puis pour le vert; il devient beaucoup moins considérable pour le jaune, un peu moins pour l'orangé, moins encore pour le rouge.

» Rapprochant ces faits des précédents et de ceux que renferme ma dernière Note, on peut admettre que la perception de couleur n'est que l'appréciation de la différence d'excitation que produisent des rayons déterminés, d'une part sur l'appareil de la sensibilité lumineuse, d'autre part sur l'appareil de la sensibilité visuelle proprement dite ou de la distinction des formes.

» Que deviennent dans cette théorie la notion du blanc et la perception des couleurs complexes? C'est ce que j'essayerai d'exposer dans une Note ultérieure (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les effets physiologiques de la cinchonidine*. Note de MM. **G. Sée** et **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian (²).

« Nos Communications à l'Académie sur la quinine (³) et la cinchonine (⁴)

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de physique médicale de la Faculté de Nancy.

(²) Travail du laboratoire de la Faculté de Médecine à l'Hôtel-Dieu.

(³) G. Sée et Bochefontaine, 22 janvier 1883.

(⁴) Bochefontaine, 19 février 1883.

nous conduisaient à étudier les propriétés d'un autre alcaloïde du quinquina, la *cinchonidine*, qui a servi récemment à la falsification du sulfate de quinine des hôpitaux de Paris ([1]).

» MM. V. Chirone et A. Curci, dans un Mémoire publié en 1880 ([2]), attribuent à la cinchonidine le pouvoir de déterminer des convulsions épileptiformes, en vertu d'une action sur les centres psychomoteurs de l'écorce grise du cerveau. En 1877, M. Laborde avait communiqué à la Société de Biologie (p. 258) les résultats d'une expérience sur un chien « très affaibli » qui, après avoir reçu du sulfate de cinchonidine, présenta des attaques épileptiques et succomba. Ce fait isolé acquiert de la valeur en présence des conclusions de MM. V. Chirone et A. Curci, conclusions qu'il était intéressant de contrôler par de nouvelles expériences.

» Cette étude, entreprise avec l'aide de MM. Douvreleur et Lesage, a porté sur des batraciens (grenouille), des oiseaux (pigeon) et des mammifères (cobaye, lapin, chat, chien, homme).

» Nos récentes Communications ayant soulevé cette objection, que les produits qu'elles concernent étaient sans doute impurs, la même hypothèse pourrait être émise à propos de cette Note. Il est donc utile de dire que, dans nos précédentes expériences comme dans celles dont nous allons donner les résultats, pour être certains de la qualité des sels soumis à l'expérimentation, nous avons eu recours à l'obligeance d'un chimiste autorisé, M. OEchsner de Coninck, qui a constaté la pureté des sels de quinine et de cinchonine suspectés, aussi bien que celle du *sulfate de cinchonidine* dont il est ici question.

» *Pouvoir toxique.* — Les grenouilles succombent à l'influence de $0^{gr},015$ de sulfate de cinchonidine introduits sous la peau. Le cobaye ne survit pas à $0^{gr},15$, ni le chien à $2^{gr},50$ de ce sel introduits de la même manière dans l'économie. Le pigeon et le lapin résistent davantage : ainsi, on a dû injecter $0^{gr},25$ de sulfate de cinchonidine sur le premier et 2^{gr} sur le second de ces animaux pour amener la mort.

» *Effets physiologiques.* — La grenouille s'affaiblit et perd ses mouvements spontanés. Les systoles cardiaques augmentent en nombre pendant quatre ou cinq minutes, puis deviennent progressivement plus rares : de 30 elles vont à 36, puis elles tombent à 16 par minute en restant régulières. Les mouvements réflexes s'affaiblissent à leur tour, et, si la dose de sub-

---

([1]) Baudrimont, *Gaz. hebd. de Méd. et de Chir.*, 22 février 1883.

([2]) *Recherches expérimentales sur l'action biologique de la cinchonidine*, etc., *Giorn. internaz.*, analysé dans la *Revue des Sciences médicales*, t. XVIII, p. 47.

stance est suffisante, ils sont abolis. L'excito-motricité nerveuse diminue en même temps. La rigidité cadavérique apparaît; enfin, le cœur s'arrête.

» Les troubles déterminés, chez le cobaye, le chat et le chien par les injections hypodermiques et intraveineuses, ou l'ingestion dans l'estomac de sulfate de cinchonidine peuvent être résumés comme il suit :

» Affaiblissement général, titubation, mouvements oscillatoires ou de balancement de la tête: accélération des battements du cœur et élévation de la pression sanguine intra-carotidienne. L'affaiblissement augmente, puis surviennent le hoquet, des vomissements répétés, de la salivation, une période généralement courte d'anhélation extrême, après laquelle les mouvements respiratoires sont considérablement ralentis. Les révolutions du cœur sont plus rares et la pression sanguine plus faible qu'à l'état normal. Si la proportion de sel de cinchonidine est assez grande, les animaux, affaissés sur le ventre, le sternum et la mâchoire inférieure, s'étendent sur le flanc.

» Cette période s'accompagne souvent de tremblements convulsifs ou de convulsions cloniques plus faibles que celles qui sont produites par la quinine et surtout la cinchonine. L'animal soulève encore sa tête lorsqu'on fait brusquement du bruit auprès de lui.

» La respiration est presque nulle; la tension artérielle, qui était de 0,15, est à 0,05; le cœur reste régulier; l'inertie est complète. La respiration puis les battements du cœur s'arrêtent au bout de deux heures environ, chez un chien de moyenne taille. La température centrale s'abaisse de 3°.

» Chez le pigeon, on obtient des résultats analogues.

» *Chez l'homme sain* (expériences de l'un de nous sur lui-même), une heure après l'ingestion stomacale de 1^{gr} de sulfate de cinchonidine, l'urine se trouble au contact du réactif de Winkler; après trois heures, le pouls est monté de 75 à 104, la face et les yeux sont rouges, la peau des mains est devenue brûlante; il y a un peu de lourdeur de la tête et une tendance au vertige; quand l'expérimentateur tourne la tête pour regarder en arrière après neuf heures, le pouls est à 70. Au bout de vingt-quatre heures, quelques gouttes du liquide de Winkler rendent l'urine laiteuse; il reste encore dans la bouche un goût amer et fade. Au bout de cinquante heures, l'urine reste limpide au contact du réactif, comme avant l'expérience.

» Ces résultats se rapprochent de ceux qui ont été consignés par MM. Raffertie (1876), Weddel (1877) et Cerna (1879). Ils rappellent les effets de la quinine et de la cinchonine, les convulsions et la salivation provoquées par ce

dernier agent étant plus accusées chez le chien, tandis que les vomissements dus à la cinchonidine sont plus répétés chez cet animal. Aucune de ces trois substances ne détermine des convulsions chez la grenouille; cet accident manque fréquemment chez le cobaye, le lapin, le chien, et on ne l'obtient qu'au moyen de doses toxiques. Par conséquent, aucune d'elles ne peut être classée sans restriction parmi les agents convulsivants, comme la strychnine : leur place est plutôt au milieu des substances qui dépriment le système nerveux central après avoir un moment activé la circulation.

» Il convient de remarquer que, sur l'homme à l'état normal, le sulfate de cinchonidine a produit l'accélération du pouls, la chaleur de la peau, etc.; c'est-à-dire un syndrome fébrile qu'il est, ainsi que la quinine, ordinairement appelé à combattre en Thérapeutique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les effets du séjour prolongé dans une atmosphère chargée de vapeurs de créosote*. Note de M. **Poincaré**.

« La créosote qui, respirée à haute dose, tue généralement les animaux en quelques heures, après avoir déterminé de l'anhélation, des convulsions et du coma, respecte cependant l'existence des ouvriers occupés à imprégner de cette substance les traverses des voies ferrées. Mais les expériences que j'ai entreprises sur ce point d'hygiène professionnelle semblent indiquer que ce genre d'industrie peut produire à la longue des altérations anatomiques dignes de l'attention des hygiénistes.

» Chez des animaux que j'avais laissés de huit mois à deux ans dans des caisses dont l'air se chargeait incessamment de vapeurs de créosote, le cerveau a toujours présenté une augmentation de consistance incontestable, mais plus ou moins prononcée suivant la durée de l'expérience. Au microscope on constatait une sclérose diffuse de l'organe. Mais, comme celle-ci n'était pas toujours aussi générale que le durcissement, il est possible que ce dernier ait été dû aussi à une action chimique comparable à celle du tannin. Le processus sclérotique n'est pas resté toutefois limité à la névroglie; car le foie a présenté un haut degré de sclérose chez huit sujets sur dix. Il en a été de même pour le rein chez six animaux. Il semble donc que la créosote, transportée par le sang, tende à modifier la nutrition du tissu conjonctif sur tous les points, mais particulièrement dans certains organes. Les poumons ont toujours offert une très faible vascularisation et une teinte grise tout à fait anormale. Mais la lésion la plus remarquable a consisté dans l'effacement des cavités pulmonaires qui étaient réduites à

l'état d'anfractuosités linéaires et sinueuses. Cet effacement provenait à la fois de l'épaississement des trabécules conjonctives et d'un haut degré d'hyperplasie épithéliale. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le système vasculaire. De la circulation des doigts et de la circulation dérivative des extrémités.* Note de M. **P. Bourceret**, présentée par M. Vulpian.

« Les anatomistes et les physiologistes se sont préoccupés depuis longtemps de la question de savoir s'il existait entre les artères et les veines d'autres moyens de communication que les capillaires. On est frappé, en effet, en examinant certaines parties très vasculaires, les doigts, les orteils, la face, par exemple, de l'apport sanguin considérable, fait par des artères volumineuses, d'un calibre hors de proportion avec la nutrition des organes; et l'on comprend difficilement que le système capillaire, tel qu'on le conçoit ordinairement, puisse donner un passage suffisant et assez rapide à la masse sanguine.

» On s'est donc demandé s'il n'y avait pas, à côté de la circulation de nutrition, une *circulation dérivative* destinée à fournir un passage facile au sang pendant le repos de l'organe et à prévenir une congestion trop intense pendant la période d'activité.

» La question n'a pas été tranchée nettement. Un certain nombre d'auteurs ont cru à l'existence de cette circulation dérivative; ainsi M. Sucquet a signalé dans la main, les orteils, certains points de la face, *par places*, des canaux de communication pouvant avoir jusqu'à $0^{mm},1$. M. Péan croit à l'existence de canaux plus volumineux que l'on pourrait isoler par une dissection fine.

» M. Claude Bernard, après ses recherches sur la circulation du foie du cheval, n'était pas hostile à cette idée de circulation dérivative.

» Mais la plupart des physiologistes ne partagent pas cette opinion.

» La question n'étant pas résolue, j'ai entrepris, sur le conseil de M. Vulpian et de M. Farabeuf [1], des recherches sur ce point contesté. Je n'ai étudié jusqu'à présent que la circulation des doigts.

---

[1] C'est pour moi un devoir de remercier M. Farabeuf, chef des travaux anatomiques de la Faculté, qui m'a ouvert son laboratoire et qui m'a donné des conseils précieux sans lesquels je n'aurais pu réussir. Je dois remercier aussi M. Vulpian, et M. Lesage, aide de clinique à l'Hôtel-Dieu : M. Lesage m'a aidé dans toutes mes expériences.

» J'ai injecté environ soixante membres supérieurs : je me borne à donner ici le résultat le plus saillant de mes recherches.

» *Il existe une circulation spéciale dans le doigt. Cette circulation a surtout son siège dans la dernière phalange ou phalange unguéale.*

» Voici les faits sur lesquels je m'appuie :

» 1° *Preuves par l'anatomie descriptive.* — Les artères collatérales des doigts n'ont pas (fait à noter) de veines satellites; elles s'anastomosent par inosculation dans la troisième phalange. L'arcade artérielle formée a un volume considérable, car les collatérales des doigts ne fournissent, dans leur trajet, que des rameaux peu nombreux et très grêles. Les veines qui se forment dans la dernière phalange ont un volume également considérable et *sont presque aussi grosses à ce niveau qu'au niveau de la première phalange.*

» Ces détails anatomiques font prévoir que c'est surtout dans la dernière phalange que se fait le passage rapide du sang des artères dans les veines.

» 2° *Preuves par les injections.* — Quand on fait par l'artère humérale une injection fine (gélatine et carmin), on voit le bras rougir de proche en proche de la canule vers les extrémités qu'on a quelquefois de la peine à bien injecter; si, au contraire, on fait une injection grossière (suif et vermillon) ne passant que par les vaisseaux d'un certain volume, on voit *l'extrémité du doigt rougir la première.* Si l'on s'arrête à ce moment, on trouve de la matière à injection dans les veines de la troisième phalange et rien dans les autres veines du membre.

» Si l'on fait une injection grossière (suif et vermillon) par l'humérale, en isolant la troisième phalange d'un doigt par une ligature, on voit l'injection revenir par les veines des autres doigts, tandis qu'il y a à peine de matière à injection dans les veines de la deuxième et la première phalange du doigt lié.

» 3° *Preuves histologiques.* — Pour étudier le système circulatoire, on a l'habitude, dans les régions où les veines n'ont pas de valvules, de pousser par les artères et par les veines des injections de couleur différente.

» Ce qui a retardé la solution de la question qui nous occupe, c'est la difficulté ou plutôt l'impossibilité d'avoir cette double injection fine à cause des valvules.

» J'ai pu, cependant, arriver à faire ces injections par le procédé suivant :

» *a.* Faire passer par les artères une injection non colorée qui revient par les veines;

» *b*. S'arrêter quand les veines sous-cutanées se dessinent nettement sous la peau;

» *c*. Pousser à très faible pression par une artère et une veine des matières colorantes différentes.

» Par ce procédé, on injecte les plus fins capillaires par les veines. Si l'on ne pousse la matière colorante que par les veines, on arrive à injecter même les artères.

» En résumé, par la première injection, on applique les valvules contre les parois ou on les rend insuffisantes et l'on peut alors injecter les veines comme les artères.

» Voici le résultat constant fourni par l'examen microscopique.

» La communication entre les artères et les veines se fait par de gros capillaires contournés, très courts, de $0^{mm},04$ à $0^{mm},08$ de diamètre; ces capillaires forment de petits pelotons caractéristiques. Ces glomérules de vaisseaux contournés rappellent comme aspect la disposition de la masse intestinale, comparaison qui est venue à l'esprit de tous les observateurs à qui je les ai montrés. Ainsi une petite artériole se divise brusquement en gros capillaires qui se reforment presque immédiatement pour constituer une veinule.

» Ces vaisseaux sont surtout abondants vers la partie moyenne de la face palmaire de la phalangette, sur les parties latérales de ces os et sous les deux tiers supérieurs de l'ongle. Ces pelotons vasculaires sont séparés par un tissu cellulo-fibreux, mais ils sont parfois si abondants qu'ils sont pressés les uns contre les autres et à peine séparés par une lame celluleuse; ils s'anastomosent ensemble. De ces pelotons partent, dans les parties qui avoisinent le derme, de gros capillaires qui se ramifient en capillaires très fins en allant sur la peau.

» *Conclusions*. — A. Il existe dans la dernière phalange des doigts une circulation spéciale permettant un retour rapide du sang. Cette disposition particulière consiste en gros capillaires, très courts, formant des pelotons vasculaires caractéristiques qui permettent une communication facile entre les artères et les veines.

» B. Cette circulation spéciale n'est qu'une modification du type général; elle paraît avoir pour but d'entretenir la chaleur du doigt en permettant au sang de passer en abondance.

» Ce n'est pas à proprement parler une circulation dérivative. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'atténuation de la virulence de la bactéridie charbonneuse, sous l'influence des substances antiseptiques.* Note de MM. **Ch. Chamberland** et **E. Roux.**

« Dans les nombreuses recherches que nous avons faites, sous la direction de notre maître, M. Pasteur, sur la bactéridie charbonneuse et ses germes, nous avons été conduits à examiner l'action exercée par un grand nombre de substances antiseptiques. Nous avons rencontré dans cette étude de nouvelles conditions d'atténuation de la virulence.

» Dans des flacons contenant un bouillon propre à la culture de la bactéridie charbonneuse, par exemple du bouillon de veau ou de poule neutralisé par la potasse, on introduit des quantités variables de l'antiseptique dont on veut connaître l'action, de façon à avoir une série de liquides de culture renfermant des quantités décroissantes de l'antiseptique.

» Après avoir semé dans chacun de ces flacons une gouttelette de sang charbonneux, très virulent, on les place dans une étuve à 35°. Au bout d'un temps plus ou moins long, il apparaît, dans quelques-uns d'entre eux, des flocons qui indiquent le développement de la bactéridie. Ces flocons se montrent d'abord dans les liquides qui contiennent les plus faibles doses d'antiseptique; au-dessus d'une certaine proportion, aucune vie ne se manifeste. Nous avons ainsi comme une mesure de la sensibilité de la bactéridie pour l'agent en présence duquel elle se développe. Si, maintenant, nous prélevons de temps en temps, dans chacun des flacons où la bactéridie a pullulé, une trace de cette bactéridie pour la semer dans un bouillon approprié à son existence, nous aurons, issue de chaque flacon à antiseptique, une série de cultures successives, et chacune d'elles reproduira la bactéridie avec les propriétés et la virulence qu'elle avait dans le flacon origine au moment où la prise de semence a été faite. Il nous suffira donc d'inoculer à divers animaux ces cultures filles pour juger la virulence de la bactéridie, après qu'elle s'est développée pendant un temps donné en présence de l'agent antiseptique.

» Des expériences ainsi conduites montrent que l'addition de $\frac{1}{400}$ *d'acide phénique* à du bouillon de veau empêche toute pullulation de la bactéridie. Bien plus, après un séjour de quarante-huit heures dans un semblable milieu, la bactéridie a cessé de vivre; elle ne donne aucun développement si on la sème dans du bouillon de veau neutralisé. Si la proportion d'acide phénique n'est que de $\frac{1}{600}$, $\frac{1}{800}$, $\frac{1}{1200}$, la bactéridie vit et pullule, et même, après qu'elle est restée un temps très long en contact avec l'antiseptique, elle se reproduit facilement quand on la porte dans un liquide nutritif convenable. Ainsi, après plus de six mois, les bactéridies étaient demeurées vivantes dans des liquides à $\frac{1}{800}$ et $\frac{1}{1200}$ d'acide phénique. Si la dose d'antiseptique est plus forte, la bactéridie meurt plus rapidement; dans un flacon au $\frac{1}{500}$, toute vie avait cessé au bout de cinq mois. Dans ces conditions anormales, au contact d'un antiseptique, l'évolution de la bactéridie est-elle complète, arrive-t-elle jusqu'à formation de spores? La propriété qu'ont les spores de résister à une température supérieure à 80°, qui tue la bactéridie-filament, nous permet d'éclaircir facilement ce point. Semons de temps en temps, dans un milieu approprié, de petites portions des cultures additionnées

d'antiseptique, après les avoir chauffées dix minutes environ à 80° : s'il y a pullulation, la semence contenait des germes. Ce procédé nous montre qu'il suffit de $\frac{1}{800}$ d'acide phénique dans le liquide de culture pour empêcher la formation des germes. La bactéridie finit par mourir dans ce milieu sans avoir produit de spores. Lorsque la dose d'acide phénique est plus faible ($\frac{1}{1200}$ par exemple), les filaments bactéridiens forment des germes.

» Voilà donc que, par le fait de l'addition d'acide phénique au liquide de culture, les bactéridies restent sans donner de germes.

» Dans une Note communiquée par M. Pasteur [1] à l'Académie, il est établi que la bactéridie cultivée à la température de 42°-43° ne donne pas de spores et que les filaments bactéridiens ainsi exposés à l'action prolongée de l'air et de la chaleur perdent progressivement leur virulence. En est-il de même pour la bactéridie-filament développée sans faire de germes au contact de l'acide phénique? Pour le savoir, inoculons à divers animaux les cultures filles des flacons à antiseptique. La culture, issue d'une bactéridie qui a vécu pendant douze jours dans du bouillon phéniqué au $\frac{1}{600}$, est virulente pour les cobayes et les lapins. La culture issue de la même bactéridie après vingt-neuf jours ne tue plus ni cobayes ni lapins. L'action de l'antiseptique a eu pour résultat de diminuer la virulence de la bactéridie. Si l'on a fait des semences assez fréquentes du flacon origine, on a une série de cultures, de virulence décroissante, qui pourront fournir, comme dans le cas des cultures à 42°-43°, des virus atténués, capables de préserver du charbon mortel les animaux auxquels on les aura préventivement inoculés. Nous avons ainsi, par un procédé nouveau, une série de vaccins parmi lesquels on peut choisir pour la pratique. Les cultures répétées de ces vaccins reproduisent la bactéridie avec leurs propriétés atténuées, et les perpétuent. Les filaments obtenus dans ces conditions, au lieu d'être abondants et longs comme dans les cultures normales et de s'enchevêtrer en flocons cotonneux, sont plus rares et plus courts et se déposent en petits grumeaux sur les parois des vases. Ces bactéridies, ainsi altérées dans leur forme, donnent facilement des germes nombreux et résistants.

» L'acide phénique n'est pas le seul antiseptique qui donne de semblables effets ; avec le *bichromate de potasse* on peut en obtenir d'analogues. Un bouillon additionné de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{1700}$ de bichromate ne cultive pas la bactéridie qui meurt rapidement dans un semblable milieu. Une dose plus faible de bichromate, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{5000}$, laisse développer la bactéridie ; mais, dans ces conditions, celle-ci ne fait pas de germes et perd bientôt sa virulence au point que, semée trois jours après le début de l'expérience, elle donne une culture qui tue les lapins et les cobayes, mais ne fait périr que la moitié des moutons auxquels on l'inocule. Une culture issue du flacon à bichromate, après dix jours, tue encore les lapins et les cobayes, mais

[1] Pasteur, Chamberland et Roux, *Comptes rendus*, 28 février 1881.

ne tue pas les moutons; enfin, après un temps plus long, les cultures sont inoffensives, même pour les cobayes. Des proportions plus faibles de bichromate retardent la formation des germes sans l'entraver absolument. Les bactéridies nées des filaments qui ont subi l'action du bichromate donnent des spores qui perpétuent leurs propriétés et assurent leur conservation. Cependant, si l'action du bichromate a été prolongée, la bactéridie perd la faculté de former des spores. Ainsi les cultures issues d'un flacon au $\frac{1}{2000}$, à partir du huitième jour après le début de l'expérience, n'ont jamais donné de germes et il en a été de même pour toutes les cultures successives issues de celles-ci. Ces bactéridies, incapables de former des spores, inoculées à des cobayes, les font périr en trois ou quatre jours. Une gouttelette de leur sang semée dans du bouillon donne une abondante culture de bactéridies qui ne produisent pas de germes : elles restent à l'état de filaments et, au bout de trente à quarante jours, elles finissent par périr. Voici donc une variété de bactéridies qui a perdu la propriété de faire des spores et qui ne la retrouve pas, même après avoir passé par l'organisme des cobayes.

» La diminution de la virulence des bactéridies ainsi modifiées par les antiseptiques n'est pas passagère; la culture ne ramène pas la virulence. M. Pasteur (¹) a montré que, dans le procédé de M. Toussaint, où les bactéridies sont atténuées par un chauffage de dix minutes à 55°, l'atténuation de ces bactéridies n'était que passagère, puisque leur culture est virulente. M. Chauveau (²), dans des expériences récentes, a constaté que des bactéridies dépourvues de germes et atténuées par l'action d'une température de 47°, maintenue deux ou trois heures, recouvraient en grande partie leur virulence par la culture. Les bactéridies atténuées par les antiseptiques, qu'elles donnent ou non des germes, conservent dans les cultures répétées une virulence amoindrie. Il semble donc que les variétés de bactéridies ainsi créées sont d'autant mieux fixées dans leur virulence nouvelle que l'action qui les a modifiées s'est exercée plus lentement sur elles.

» Des essais encore en voie d'exécution nous permettent de dire que d'autres antiseptiques exercent sur la bactéridie une action analogue à celle de l'acide phénique et du bichromate de potasse. D'ailleurs, la dose d'antiseptique nécessaire pour produire un effet déterminé, varie avec la composition du bouillon de culture. Chacune des variétés de la bactéridie a une action spéciale sur les diverses espèces animales. Ainsi, des bactéridies atténuées par le bichromate de potasse peuvent tuer des moutons ou du moins les rendre très malades (ils sont alors vaccinés), tandis que ces bactéridies ne produisent aucun effet appréciable sur des cobayes et des lapins (ils ne sont même pas vaccinés). D'un autre côté, des bacté-

(¹) Pasteur, Chamberland et Roux, *Comptes rendus*, 28 février 1881.
(²) Chauveau, *Comptes rendus*, 12 mars 1883.

ridies atténuées par la chaleur (culture à 42°-43°) peuvent tuer des cobayes et des lapins, alors qu'elles ne produisent aucun effet sur les moutons et ne les vaccinent pas. On voit par là combien il faut être prudent dans le choix des vaccins qui doivent être employés dans la pratique. »

M. G. Cabanellas adresse une Note portant pour titre : « Hauts potentiels d'émission et gros fil ».

M. Meurisse présente un instrument de son invention destiné à mesurer la vitesse des navires et à remplacer le loch ; la construction de cet appareil, auquel il donne le nom de *vélocimètre nautique*, est fondée sur l'emploi d'un régulateur à force centrifuge ; l'écartement des boules du régulateur permet de faire connaître et d'enregistrer la vitesse.

M. S. Kanellis adresse à l'Académie de nouvelles recherches expérimentales sur l'inoculation et le mode de propagation du bacillus de la tuberculose.

M. Navel adresse une Note sur les composés qui se forment avec absorption de chaleur.

M. Lefèvre, à l'occasion d'une récente catastrophe, adresse une Communication relative à un indicateur automatique de niveau d'eau dans les générateurs à vapeur.

M. Tedeschi di Ercole transmet à l'Académie une description des récents phénomènes volcaniques de l'Etna.

M. Firmin Larroque prie l'Académie de vouloir bien ouvrir le pli cacheté qui accompagne le Mémoire adressé par lui au Concours Bordin (électricité de l'atmosphère), où il a été inscrit sous le n° 3.

Ce Mémoire est celui qui a obtenu un encouragement de mille francs.

M. le Président procède à l'ouverture du pli cacheté et proclame le nom de M. Firmin Larroque.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie présente, par l'organe de son Doyen, M. Faye, pour remplir la place actuellement vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Liouville*, les deux listes parallèles suivantes :

En 1re ligne : M. **Wolf**.
En 2e ligne, *ex æquo* et par ordre alphabétique : M. **Roche**. M. **Stephan**.

En 1re ligne : M. **Bouquet de la Grye**.
En 2e ligne : M. **Fleuriais**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mars 1883.

(suite.)

La drèche des vaches phtisiques et le lait; par H. Pellet. Paris, E. Bernard, 1883; br. in-8°.

Correspondance inédite de Condorcet et de Turgot, 1770-1779; *par* Ch. Henry. Paris, Charavay frères, 1882; in-8°.

Tables générales du Recueil des bulletins de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; 2e série, t. XXI à L (1867 à 1880). Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-8°.

Recherches historiques sur les étalons de poids et mesures de l'Observatoire et les appareils qui ont servi à les construire; par M. C. Wolf. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Réfraction cométaire; par M. G. Cellerier. Genève, H. Georg, 1883; in-4°.

Analele Academici Romane. Observations météorologiques faites à Jassy et à Ferestrea (Bucarest) pendant les années 1879-1880. Bucaresci, 1882; 2 liv. in-4°. (Deux exemplaires.)

Primitive industry; by Charles C. ABBOTT. A special publication of the Peabody Academy of Science. Salem; Massachusetts, G.-A. Bates 1881; in-8°.

Daily bulletin of synopses, indications and facts, septembre-décembre 1877. Washington, government printing Office, 1881.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 MARS 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CIII. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Compte rendu des Travaux du service du Phylloxera. Année 1882. *Procès-verbaux de la session annuelle de la Commission supérieure du Phylloxera. Rapports et pièces annexes. Lois, décrets et arrêtés relatifs au Phylloxera.* Paris, Imp. nationale, 1883; in-8°.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, publié par ordre du Ministre de la Guerre; 3e série, t. XXXVIII. Paris, V. Rozier, 1882; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, 8e série, t. IV, 1er semestre. Toulouse, Imp. Douladoure-Privat, 1882; in-8°.

Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Série paléontologique; t. III : *Conchyliologie des terrains tertiaires de la Belgique.* 1re Partie : *Terrain pliocène scaldisien; par* P.-H. NYST; texte et planches; t. VII : *Description des ossements fossiles des environs d'Anvers; par* P.-J. VAN BENEDEN. 3e partie : *Megaptera, Balaenoptera, Burtinopsis et Eupetocetus,* texte et planches. Bruxelles. F. Hayez, 1878-1882; 3 liv. in-4° et 1 in-f° oblong.

L'Union scientifique. Revue illustrée des Sciences et de leurs applications; 1re année, 1882. Amiens, Rousseau-Leroy; Paris, Lecoffre, 1883; in-8° relié.

Nouvelles œuvres politiques et scientifiques de E. DELAUNIER. Paris, Imp. Lahure, 1882; in-8°.

Etude sur la réfraction cométaire; par M. W. Meyer. Genève, imp. H. Georg, 1883; in-4°.

Les palmiers, observations sur la monographie de cette famille dans la Flora Brasiliensis; *par* J. BARBOSA RODRIGUES. Rio de Janeiro, Imp. du *Messager du Brésil*, 1882; br. in-8°.

J. BARBOSA RODRIGUES. *Genera et species Orchidearum novarum* II. Sébastianopolis, 1881; in-8°.

Giornale di Scienze naturali ed economiche, pubblicato per cura della Societa di Scienze naturali ed economiche di Palermo; vol. XV, anno XV (1880-1882). Palermo, tipogr. Lao, 1882; in-4°.

Hilfstafeln für Chronologie; von ROBERT SCHRAM. Wien, 1883; in-4°.

Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; XXIX Band. Göttingen, 1882; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 mars 1883.)

Page 812, lignes 4 *et* 5, *supprimer les mots* : et dont on se sert pour voir en entier les protubérances.

Page 833, ligne 1, entre les parenthèses, *au lieu de* 2 *b* et *a*, *lisez* 2 *b* et *e*.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 AVRIL 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. C. **Jordan** donne lecture de la Note suivante sur les travaux de M. *H.-J.-S. Smith*, lauréat du grand prix de Mathématiques, décédé le 9 février 1883 :

« M. H.-J.-S. Smith, professeur à l'Université d'Oxford, lauréat du grand prix de Mathématiques, est mort le 9 février dernier, et cette triste nouvelle nous est parvenue peu de jours avant l'ouverture du pli cacheté qui renfermait son nom. L'Académie tout entière partagera la douloureuse émotion qu'une perte aussi sensible a inspirée à tous les amis des Mathématiques.

» On commence déjà à préparer, en Angleterre, une édition des Œuvres complètes de cet éminent auteur. Cette publication sera à la fois le meilleur hommage que l'on puisse accorder à son rare talent, et un service rendu aux géomètres, qui trouveront désormais, groupés et facilement accessibles, tant de beaux Mémoires aujourd'hui dispersés.

» Ce serait une tâche difficile que d'essayer d'analyser, même brièvement, un œuvre aussi considérable, où se trouvent réunis des travaux profonds et variés sur les fonctions elliptiques, d'intéressantes recherches

sur les principes du Calcul intégral et sur la théorie des courbes. Nous nous bornerons à dire quelques mots des travaux arithmétiques qui ont fait le principal objet des préoccupations de M. Smith, et constitueront, si nous ne nous trompons, son principal titre aux yeux de la postérité.

» Sous le titre modeste de *Rapport sur la théorie des nombres*, M. Smith avait entrepris une véritable encyclopédie arithmétique, où il devait coordonner et discuter tous les résultats obtenus dans cette science par Legendre, Gauss, Dirichlet, Cauchy, Jacobi, Eisenstein, Hermite, Kummer, Kronecker, etc. Ce grand travail, où la profondeur de l'érudition et la sagacité de la critique méritent une égale admiration, a paru de 1857 à 1865 dans l'*Annuaire de l'Association britannique*. Il n'a pas été terminé, les sections annoncées sur la théorie des formes quadratiques à plus de deux variables et sur les formes de degrés supérieurs n'ayant pas été écrites. Malgré tout le regret que doit inspirer cette lacune, cet Ouvrage n'en est pas moins le monument le plus complet, et de beaucoup, qui ait jamais été élevé à la Théorie des nombres.

» Nous ignorons quelle cause a pu déterminer l'éminent auteur à s'arrêter ainsi dans l'exécution du vaste programme qu'il s'était imposé et qu'il avait rempli jusque-là d'une manière si brillante. Peut-être a-t-il jugé ces branches de la Science encore trop neuves et trop incomplètes pour pouvoir être embrassées dans leur ensemble. Pourtant nul mieux que lui n'était en état de combler les vides qu'elles présentent encore. Il l'avait bien montré dans le beau Mémoire (*Philosophical Transactions*, 1867) où il avait retrouvé, en les complétant, les résultats annoncés par Eisenstein sur la distribution des formes quadratiques ternaires en ordres et en genres. Un peu plus tard, il avait étendu cette théorie aux formes quadratiques à n variables, trouvé les formules qui déterminent le poids d'un genre quelconque et desquelles on déduit comme corollaire le nombre des représentations d'un nombre par une somme de cinq ou de sept carrés. Les principaux résultats de ces vastes recherches se trouvent énoncés dans les *Proceedings* de la Société Royale de Londres, 1868; mais les démonstrations restaient encore cachées, et peut-être aurait-il fallu qu'un autre grand mathématicien vînt encore, vingt ans après, consumer ses veilles à les retrouver une troisième fois, si l'Académie n'avait eu l'heureuse inspiration, en mettant la question au Concours, d'obliger M. Smith à livrer une partie de son secret.

» Le Mémoire qu'elle a reçu de lui en réponse à cet appel constituera, nous n'en doutons pas, un des plus glorieux titres de l'éminent géomètre

d'Oxford. Les résultats qu'il contient, joints à ceux donnés autrefois par notre illustre confrère M. Hermite, éclairciront désormais suffisamment la théorie des formes quadratiques générales, pour qu'on puisse songer à ajouter ce nouveau Chapitre au Rapport de M. Smith. Cette belle tâche l'aurait peut-être tenté lui-même, si la mort ne l'eût prématurément enlevé. »

M. **Bertrand** demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques mots à la lecture qu'elle vient d'entendre.

« La Commission chargée de proposer le sujet du prix de Mathématiques avait demandé aux concurrents l'étude d'un théorème énoncé, il y a près de quarante ans, par l'illustre géomètre Eisenstein, enlevé à la Science avant d'en avoir publié la démonstration.

» Un seul Mémoire depuis la mort d'Eisenstein avait été consacré à cette difficile question : il était de M. Smith et, comme celui d'Eisenstein, contenait l'énoncé seulement des résultats principaux. Si le concours proposé par l'Académie n'était pas venu reporter l'attention de M. Smith vers ces recherches déjà anciennes, il n'aurait, de même qu'Eisenstein, légué sur ce sujet aux géomètres qu'une énigme difficile à déchiffrer.

» Sur les trois Mémoires présentés au concours, le premier a été écarté comme insuffisant.

» Le deuxième suivait exactement la marche tracée par M. Smith et donnait la démonstration de ses énoncés; celui des Commissaires qui a accepté la tâche d'en faire l'examen a pu, sur ces indices, deviner le nom de l'auteur. Peu importait, d'ailleurs, que le Mémoire fût de M. Smith ou inspiré par le travail depuis longtemps livré au public par le savant professeur d'Oxford : il méritait incontestablement le prix.

» Un troisième Mémoire résolvait la question ; il était difficile que deux géomètres assez habiles pour parcourir ce terrain élevé, mais un peu étroit, ne s'y rencontrassent pas sur plus d'un point. Les méthodes avaient de l'analogie, mais chaque Mémoire portait la marque d'un esprit original et distingué; tous deux étaient excellents et il semblait impossible de donner à l'un d'eux le second rang.

» Les deux Mémoires seront publiés, et l'Académie se félicitera d'avoir donné à leurs savants auteurs, l'un à la fin, l'autre au début de sa carrière, l'occasion de montrer les ressources d'un esprit ingénieux et la preuve, inscrite à chaque page, d'une science étendue et profonde. »

ASTRONOMIE. — *Deux méthodes nouvelles pour la détermination des ascensions droites des étoiles polaires et de l'inclinaison de l'axe d'un méridien au-dessus de l'équateur.* Note de M. **Lœwy**.

« Depuis que, vers la fin du XVIIe siècle, Rœmer eut l'heureuse inspiration de proposer l'installation de lunettes dans le plan méridien, les observations méridiennes sont devenues la base principale des travaux dans les grands observatoires.

» En effet, elles sont destinées à fournir dans l'espace, avec la plus haute précision qu'il soit possible d'atteindre, des points de repère désignés sous le nom d'*étoiles fondamentales,* et par rapport auxquels on détermine la position des autres astres qui peuplent la voûte céleste.

» Ces observations n'ont pas seulement pour but de nous fournir, pour une époque donnée, la Carte du ciel, mais elles doivent, étant faites à des époques différentes, nous conduire par leur comparaison à la connaissance du mouvement des astres et des lois qui président à ces mouvements.

» De plus, à côté de ces études qui contribuent à élargir l'horizon des connaissances humaines et semblent, à première vue, ne présenter qu'un intérêt purement théorique, les observations méridiennes offrent à chaque pas des applications variées et d'une utilité toute pratique. Il importe donc de les effectuer avec une exactitude aussi rigoureuse que possible.

» Mais quand on veut atteindre la précision la plus absolue, on se heurte contre des obstacles insurmontables, inhérents à l'imperfection de nos moyens et de nos organes. On est astreint, dans les bornes de la réalité, à n'atteindre pour l'exactitude que les dernières limites possibles. L'astronome doit tenir compte des diverses causes d'erreurs provenant du milieu dans lequel il se trouve placé et de la construction des instruments, quelle que soit d'ailleurs l'habileté de l'artiste qui les a construits; il a de plus à se prémunir contre la variabilité de ses sens propres.

» Par une série de méthodes poursuivies depuis le commencement du siècle surtout, on est arrivé à pouvoir mesurer l'influence de la plupart de ces causes d'erreurs, ou à se placer dans des conditions qui permettent de les annuler ou de les réduire dans des proportions notables. Pour ce qui concerne la construction des instruments, on a, en effet, imaginé des méthodes très précises pour reconnaître rigoureusement la forme des tourillons et la variation que la lunette peut faire subir à la ligne de visée durant la rotation. On a également cherché, pour ce qui concerne l'observateur,

à évaluer numériquement cet élément physiologique connu sous le nom d'*équation personnelle*.

» Mais, tandis qu'on a trouvé des méthodes d'évaluation pour quelques-uns de ces éléments, dont l'influence est tellement faible parfois que l'on peut la négliger, on ne possède encore aujourd'hui qu'une méthode fort imparfaite pour l'une des constantes fondamentales, l'azimut qui intervient dans tout travail effectué avec des instruments méridiens.

» Si la lunette était bien orientée, le plan décrit par son axe optique coïnciderait invariablement pendant toute la rotation avec le plan du méridien, et son axe de rotation se trouverait sur une ligne passant rigoureusement à l'est et à l'ouest par les points d'intersection de l'équateur et de l'horizon; mais, comme il est impossible d'obtenir une orientation parfaite, il arrive que le plan instrumental s'écarte plus ou moins sensiblement du méridien, et il devient alors nécessaire, dans toute recherche, de déterminer avec précision sa véritable position, c'est-à-dire l'azimut et l'inclinaison, ou, ce qui conduit au même résultat, l'inclinaison de l'axe instrumental par rapport à l'horizon et par rapport à l'équateur.

» Nous avons un moyen physique pour évaluer l'inclinaison d'un axe au-dessus ou au-dessous de l'horizon, mais nous n'avons aucune méthode permettant de mesurer directement la variation azimutale ou l'inclinaison d'un axe au-dessus de l'équateur; rien, dans la nature, ne nous indique en effet la position occupée dans l'espace, à un instant quelconque, par l'équateur ou le méridien.

» De là résulte une difficulté considérable pour la recherche des ascensions droites des étoiles polaires.

» Les astronomes ont alors recours, pour l'orientation des instruments, à un procédé qui consiste à rechercher par des observations astronomiques l'inclinaison de l'axe au-dessus de l'équateur.

» Supposant connue l'ascension droite d'un certain nombre d'étoiles polaires, on les observe à l'instant de leur passage au méridien, et de l'avance ou du retard de ces astres sur l'heure fournie par leur ascension droite, en tenant compte de l'ensemble des causes qui peuvent provoquer la différence constatée, on conclut la position de l'axe instrumental par rapport à l'équateur.

» On peut voir de suite, par ce court exposé, le caractère trop imparfait et trop empirique du procédé, et la difficulté du problème.

» Les instruments méridiens sont en effet destinés à nous fournir la position qu'occupent les astres dans l'espace; comment alors supposer

connues les coordonnées des étoiles polaires qui doivent servir de repères? Il y a là une *difficulté très sérieuse* à surmonter; on y arrive pourtant, mais la méthode employée présente des inconvénients fort nombreux.

» On observe les polaires, si cela est possible, deux fois dans la même journée, à un intervalle de douze heures, à l'époque de la culmination supérieure et à celle de la culmination inférieure; on arrive alors, en tenant compte des variations survenues dans la position de l'étoile, dans celle de l'instrument et dans le mouvement horaire, à connaître, indépendamment de la position de l'axe instrumental, l'ascension droite de l'astre.

» Cette méthode offre les inconvénients suivants :

» 1° Les étoiles polaires observables deux fois dans la même journée à un intervalle de douze heures sont très rares. La faiblesse de leur éclat empêche de les voir au moment de leur passage de jour au méridien. Cette difficulté est si grande que dans beaucoup d'observatoires on ne détermine la position absolue que d'une seule étoile, de α Petite Ourse, le plus brillant de ces astres; même dans ce cas, le nombre de doubles passages qu'on peut observer dans une année est fort restreint, à cause des variations survenues dans l'état du ciel durant l'espace de douze heures.

» 2° Dans l'intervalle de douze heures tout se modifie, la position de l'astre, la marche de la pendule, la situation de l'instrument, et souvent l'observateur n'est plus le même.

» 3° Dans toute soirée de beau temps, on peut procéder à *la détermination* des coordonnées d'un astre quelconque; mais, comme on est obligé de se servir des étoiles polaires comme repères, il est impossible dans cette soirée de déterminer la position de celles que l'on a choisies et que l'on prend pour base, si l'on ne veut pas s'enfermer dans un cercle vicieux. C'est encore une des raisons qui font que les observations obtenues pour établir la vraie position de ces étoiles polaires sont peu nombreuses dans une année.

» 4° Au lieu de posséder par ces repères, comme cela serait nécessaire, plus de données et de méthodes dont la précision soit supérieure, on se trouve au contraire, comme on voit, dans des conditions plus défavorables, et, quand on détermine au moyen de ces polaires la situation du plan instrumental, on obtient souvent des valeurs tout à fait différentes, suivant qu'on a choisi l'une ou l'autre de ces étoiles; il faut donc déduire les résultats à l'aide d'une constante azimutale entachée d'une erreur assez notable : aussi les astronomes cherchent-ils dans les observations de haute précision, comme, par exemple, la détermination des longitudes, à se placer

dans des conditions qui leur permettent d'échapper aux erreurs provenant de l'azimut employé, mais il est dans la plupart des investigations impossible d'éviter cette difficulté.

» J'ai imaginé une méthode qui permet de trouver à tout instant l'inclinaison de l'axe au-dessus de l'équateur, ce qui était impossible jusqu'à présent, et de conclure l'azimut d'une manière absolue, indépendamment des coordonnées des astres qui servent à l'observation. On peut aussi, sans difficulté aucune, déterminer la position absolue du plan instrumental par rapport au méridien.

» On était obligé, comme je l'ai indiqué précédemment, de se borner à l'étude de deux ou trois étoiles polaires, pour en conclure, au moyen des passages supérieur et inférieur, la position en ascension droite : pouvant, grâce à la nouvelle méthode, déterminer la position absolue du plan instrumental par rapport au méridien, il est facile, dans chaque soirée, d'obtenir cette coordonnée pour autant de polaires que l'on voudra et avec une précision supérieure à celle de la méthode ordinaire.

» Voici le principe de la méthode nouvelle : avec tout instrument méridien on peut mesurer la hauteur d'un astre au-dessus de l'équateur ou sa déclinaison; on peut également trouver son ascension droite en notant l'heure de son passage au méridien, et déterminer en outre la distance de cet astre au plan instrumental, au moyen du fil mobile en ascension droite placé dans le micromètre.

» En dirigeant la lunette vers le pôle, on voit défiler dans une nuit plusieurs centaines d'étoiles entre la 10e et la 2e grandeur. Cent trente environ, comme on le trouve noté dans le Catalogue d'Argelander, sont comprises entre la 9e,5 grandeur et la 2e, et renfermées dans une zone qui ne s'étend pas au delà de 1°40′ du pôle : ces étoiles étant observables toute la nuit, on a donc à tout instant la possibilité de déterminer, pour l'une ou l'autre d'entre elles, la déclinaison et sa distance au plan instrumental.

» Je me suis demandé si, en comparant la variation survenue dans ces coordonnées par suite du mouvement diurne de la Terre, la désorientation de la lunette ne se ferait pas sentir et ne fournirait pas le moyen d'évaluer l'inclinaison de l'axe instrumental au-dessus de l'équateur.

» Il y a trois rapports qui varient avec le temps écoulé :

» 1° Le rapport entre la distance au plan instrumental et la déclinaison;

» 2° Le rapport entre cette distance et le temps;

» 3° Le rapport entre le temps et la déclinaison instrumentale.

» J'ai établi, pour ces trois cas, les équations de condition en examinant les variations que subissent ces rapports par la désorientation de l'instrument, et l'analyse des formules m'a montré que l'on peut, par l'observation, déterminer au moyen de deux méthodes l'élément cherché; mais la première méthode est celle qui réunit surtout les conditions théoriques et pratiques exigées pour la solution complète du problème.

» La première méthode repose sur le principe suivant, auquel l'analyse conduit, à savoir que, lorsque le chemin parcouru par l'astre dans une direction perpendiculaire au plan instrumental est égal à la distance polaire apparente de l'astre, on peut avec précision déterminer l'inclinaison de l'axe instrumental par les variations qui se manifestent entre la déclinaison apparente et la distance par rapport au plan instrumental. Et cette condition se trouve réalisée une heure quarante-six minutes avant et après le passage de l'astre au méridien; car, dans cet intervalle, le chemin parcouru est, à peu de chose près, égal à la distance polaire apparente. On pourrait donc choisir, pour la mesure de cette inconnue, des étoiles assez éloignées du pôle; mais l'étendue du champ de la lunette ne permettant pas plus de soixante-dix minutes d'observation, on est donc obligé de recourir uniquement aux étoiles se trouvant dans la zone polaire d'une étendue d'environ $1^{\circ}40'$.

» Dans un champ légèrement éclairé, on peut, même avec une lunette dont l'objectif n'a que $0^{m},09$ de diamètre, observer les étoiles polaires jusqu'à la 10e grandeur. Dirigeant la lunette vers le pôle, on choisit, à un instant quelconque, parmi les astres qui passent entre le pôle et $1^{\circ}40'$, celui qui est le plus brillant et se trouve encore à $1^{h}46^{m}$ avant son passage au méridien. J'indiquerai ultérieurement le procédé très simple qui permet immédiatement de reconnaître quand cette condition se trouve remplie. On effectue alors simultanément, en ascension droite et en distance polaire, deux séries de dix pointés, séparées par un intervalle de cinq minutes, sans qu'il soit nécessaire de marquer le temps.

» Cette opération terminée, on se livre aux observations ordinaires; puis, après un intervalle de trois heures et demie, c'est-à-dire une heure quarante-six minutes après le passage au méridien, on répète la double série de dix pointés sur la même étoile.

» En comparant les résultats nouveaux à ceux obtenus déjà, on détermine l'inclinaison de l'axe instrumental au-dessus de l'équateur.

» La valeur cherchée ne se trouve entachée d'aucune erreur systématique, si l'on se place dans des conditions très faciles à réaliser, et que

j'indiquerai plus loin ; elle ne sera affectée que d'une très légère inexactitude provenant des pointés.

» On peut donc, par l'augmentation du nombre des pointés, porter la précision aussi loin que possible et obtenir cette valeur à 0,01 de seconde de temps près.

» Si nous désignons respectivement par τ' et τ'' l'angle horaire de la première et de la seconde observation, par δ' et δ'' la déclinaison instrumentale correspondante, par Δ' et Δ'' les distances au plan instrumental mesurées par la vis en ascension droite, par $90 + m$ l'angle horaire de l'axe instrumental et par n sa déclinaison au-dessus de l'équateur, par δ la véritable déclinaison de l'astre, I l'inclinaison du fil mobile horizontal, on aura les expressions suivantes en considérant le triangle formé par le pôle, la position occupée dans l'espace par l'astre au moment de l'observation et le point où l'axe instrumental coupe la sphère céleste :

$$(a) \qquad \sin\delta = -\sin n \sin\Delta' + \cos n \cos\Delta' \sin(\delta' + x'),$$
$$(a') \qquad \sin\delta = -\sin n \sin\Delta'' + \cos n \cos\Delta'' \sin(\delta'' + x''),$$
$$(b) \qquad \cos(\tau' - m)\cos\delta = \cos\delta' \cos\Delta',$$
$$(b') \qquad \cos(\tau'' - m)\cos\delta = \cos\delta'' \cos\Delta'',$$
$$(c) \qquad \sin(\tau' - m)\cos\delta = \cos n \sin\Delta' + \sin n \cos\Delta' \sin(\delta' + x'),$$
$$(c') \qquad \sin(\tau'' - m)\cos\delta = \cos n \sin\Delta'' + \sin n \cos\Delta'' \sin(\delta'' + x''),$$
$$\sin x' = \sin\Delta' \sin I, \quad \sin x'' = \sin\Delta'' \sin I;$$

en regardant I comme une quantité positive lorsque la partie orientale du fil est la plus élevée.

» Par la combinaison de a avec a', on obtient successivement

$$\operatorname{tang} n(\sin\Delta'' - \sin\Delta') = \cos\Delta'' \sin(\delta'' + x'') - \cos\Delta' \sin(\delta' + x'),$$

$$\begin{aligned}
&\operatorname{tang} n \sin\frac{\Delta'' - \Delta'}{2}\cos\frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \\
&= \cos\frac{\Delta'' + \Delta'}{2}\cos\frac{\Delta'' - \Delta'}{2}\left(\sin\frac{\delta'' - \delta'}{2}\cos\frac{x'' - x'}{2} + \cos\frac{\delta'' - \delta'}{2}\sin\frac{x'' - x'}{2}\right) \\
&\quad \times \left(\cos\frac{\delta'' + \delta'}{2}\cos\frac{x'' + x'}{2} - \sin\frac{\delta'' + \delta'}{2}\sin\frac{x'' + x'}{2}\right) \\
&\quad - \sin\frac{\Delta'' + \Delta'}{2}\sin\frac{\Delta'' - \Delta'}{2}\left(\sin\frac{\delta'' + \delta'}{2}\cos\frac{x'' + x'}{2} + \cos\frac{\delta'' + \delta'}{2}\sin\frac{x'' + x'}{2}\right) \\
&\quad \times \left(\cos\frac{\delta'' - \delta'}{2}\cos\frac{x'' - x'}{2} - \sin\frac{\delta'' - \delta'}{2}\sin\frac{x'' - x'}{2}\right),
\end{aligned}$$

et finalement

$$\tang n = \cot\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\left(\sin\frac{\delta''-\delta'}{2}\cos\frac{x''-x'}{2}\cos\frac{\delta''+\delta'}{2}\cos\frac{x''+x'}{2}\right.$$
$$+\cos\frac{\delta''-\delta'}{2}\sin\frac{x''-x'}{2}\cos\frac{\delta''+\delta'}{2}\cos\frac{x''+x'}{2}$$
$$-\sin\frac{\delta''-\delta'}{2}\cos\frac{x''-x'}{2}\sin\frac{\delta''+\delta'}{2}\sin\frac{x''+x'}{2}$$
$$\left.-\sin\frac{\delta''+\delta'}{2}\cos\frac{\delta''-\delta'}{2}\sin\frac{x''-x'}{2}\sin\frac{x''+x'}{2}\right)$$
$$-\tang\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\left(\sin\frac{\delta''+\delta'}{2}\cos\frac{x''+x'}{2}\cos\frac{\delta''-\delta'}{2}\cos\frac{x''-x'}{2}\right.$$
$$+\cos\frac{\delta''+\delta'}{2}\sin\frac{x''+x'}{2}\cos\frac{\delta''-\delta'}{2}\cos\frac{x''-x'}{2}$$
$$-\sin\frac{\delta''+\delta'}{2}\cos\frac{x''+x'}{2}\sin\frac{\delta''-\delta'}{2}\sin\frac{x''-x'}{2}$$
$$\left.-\sin\frac{\delta''-\delta'}{2}\sin\frac{x''-x'}{2}\cos\frac{\delta''+\delta'}{2}\sin\frac{x''+x'}{2}\right).$$

» L'inclinaison I ne dépasse jamais quelques minutes d'arc, et si l'on considère qu'il s'agit ici d'étoiles dont la distance au pôle n'excédera jamais $1°40'$, que $\delta''-\delta'$ a pour valeur maximum $90-\delta$, mais sera en réalité toujours presque zéro, que $\cos\frac{\delta''+\delta'}{2}\cot\frac{\Delta''+\Delta'}{2}$ est peu différent de l'unité; si l'on tient compte, en outre, que les observations doivent être faites presque symétriquement des deux côtés du méridien, de manière que $\Delta''+\Delta'$ n'aura qu'une très faible valeur, on arrive alors à la relation suivante :

$$\tang n = \sin\frac{\delta''-\delta'}{2}\cos\frac{\delta''+\delta'}{2}\cot\frac{\Delta''-\Delta'}{2}$$
$$-\sin\frac{\delta''+\delta'}{2}\tang\frac{\Delta''+\Delta'}{2}-\sin I\sin\frac{\delta''+\delta'}{2}.$$

Mais dans tous les cas pratiques, n étant une petite quantité, on peut aussi écrire, en appelant P' et P'' les deux distances polaires instrumentales,

$$n = \frac{P'-P''}{\Delta''-\Delta'}\frac{P'+P''}{2}-\cos\frac{P'+P''}{2}\left(\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\right)-I\sin\frac{P'+P''}{2}.$$

» Soient maintenant l' et l'' les lectures obtenues avec le fil mobile d'ascension droite pour les polaires, et ν_0 la lecture du fil mobile correspondant à la position du fil idéal pour le point du champ où la collimation est

nulle; la formule devient

$$n = \frac{P' - P''}{l'' - l'}\frac{P' + P''}{2} - \cos\frac{P' + P''}{2}\left(\frac{l' + l''}{2} - \varphi_0\right) - I\sin\frac{P' + P''}{2}.$$

» On reconnaît immédiatement que la valeur de n peut se déterminer avec une très grande précision lorsque la valeur de $\frac{P'+P''}{2(l''-l')}$ devient égale à l'unité, c'est-à-dire quand le chemin parcouru par la vis en ascension droite est égal à la distance polaire instrumentale, et cette condition sera facile à réaliser, comme on le verra ultérieurement, quand on observe une étoile comprise dans la zone polaire de 1°40' et dans un intervalle de trois heures et demie une heure quarante-six minutes avant et une heure quarante-six minutes après le passage au méridien.

» L'examen de la formule nous montre que, quand P'' est égal à P', la valeur de n devient entièrement indépendante des distances polaires instrumentales. Si cette condition n'est pas absolument réalisée, il suffit de corriger les lectures P' et P'' de la collimation et de la réfraction à quelques secondes près.

» Si nous regardons $P' + P''$, $P'' - P'$, $l'' - l'$ et $l' + l''$ comme des variables indépendantes et en différentiant la dernière formule, on aura

$$\begin{aligned} dn = {} & d(P' - P'')\frac{P' + P''}{2(l'' - l')} + d\frac{P' + P''}{2}\frac{P' - P''}{(l'' - l')} - \frac{P'' - P'}{l'' - l'}\frac{P' + P''}{2}\frac{d(l'' - l')}{l'' - l'} \\ & + \cos\frac{P'' + P'}{2}\, d\frac{l' + l''}{2} + \sin\frac{P' + P''}{2}\left(\frac{l' + l''}{2} - \varphi_0\right) d\frac{P' + P''}{2}\sin 1'' \\ & - dI\sin\frac{P' + P''}{2} - I\cos\frac{P' + P''}{2}\sin\frac{P'' + P'}{2}\sin 1''. \end{aligned}$$

$\frac{P'' - P'}{l'' - l'}$, $\sin\frac{P' - P''}{2}\sin 1''$ étant à peu de chose près égales à zéro, $\sin(P'' + P')$ étant une faible quantité et $\frac{P'' + P'}{l'' - l'} = 1$, on voit par l'inspection de l'équation que la précision de dn dépend uniquement de l'exactitude de $P'' - P'$ et de $l'' + l'$. Ni l'erreur de la valeur du tour de vis en ascension droite ni les lectures absolues des distances polaires ne peuvent affecter le résultat cherché d'une erreur appréciable.

» En résumé, voici la série des opérations qu'il faut faire pour dégager la valeur de n de toute erreur sensible. Il faut effectuer les pointés symétriquement des deux côtés du méridien et, par surcroît de précaution, faire deux observations, l'une relative à un passage supérieur et l'autre à un passage inférieur. On élimine ainsi d'une manière complète l'erreur inhé-

rente à l'inclinaison du fil. Ces deux observations pourront se faire presque simultanément, car on a toujours dans la lunette un nombre suffisant d'étoiles se trouvant par rapport au pôle et au méridien dans des positions opposées et symétriques.

» Après avoir ainsi établi et résolu les conditions théoriques du problème, j'ai voulu voir si la pratique réaliserait les prévisions de la théorie. Dans ce but, M. Renan, astronome-adjoint, et moi, nous nous sommes livrés à cette recherche pendant quatre nuits d'observations, et, pour mieux nous rendre compte de la valeur de la méthode, nous nous sommes placés dans des conditions souvent défavorables. Nous avons choisi des étoiles d'un éclat très faible, nous les avons observées plusieurs fois, notamment dans la soirée du 2 avril, à travers des nuages et très près de l'extinction et, de plus, les observations n'étaient pas toujours symétriques par rapport au méridien; l'intervalle de temps entre les deux opérations conjuguées ne dépassait pas quelquefois deux heures et demie. Nous avons ainsi effectué seize nivellements astronomiques par rapport à l'équateur.

» Les résultats ont été des plus satisfaisants et l'erreur probable d'une détermination, même obtenue dans des conditions défavorables et choisies à dessein n'atteint pas $0^s,02$. Nous avons en outre, dans la soirée du 2 avril, déduit la valeur de cette constante instrumentale à l'aide de l'ancien procédé par l'observation de cinq étoiles polaires. La concordance entre les valeurs trouvées par les deux méthodes est aussi grande que possible.

» J'aurai l'honneur de mettre ces résultats sous les yeux de l'Académie dans une prochaine Communication. J'y exposerai également le principe de la deuxième méthode qui n'a pas une valeur pratique comparable à celle de la première. Le procédé employé ordinairement par les astronomes est un des cas particuliers renfermés dans la solution générale fournie par la deuxième méthode.

» Dans l'usage de la nouvelle méthode on doit opérer de la manière suivante : première lecture sur le cercle, dix pointés sur la polaire simultanément en ascension droite et en distance polaire, deuxième lecture sur le cercle, seconde série de pointés et troisième lecture sur le cercle. Après un intervalle de temps qui ne devrait pas être inférieur à deux heures un quart, on doit effectuer les observations de la série complémentaire. Il faut avoir soin, dans cette seconde partie du travail, de remettre le même trait de division sous le microscope. Plus l'intervalle de temps écoulé entre les deux séries est considérable, plus l'exactitude est grande; si l'on veut abréger cet intervalle, il suffira d'augmenter le nombre des pointés. Dans

cette recherche, il convient de déduire l'inclinaison du fil au moyen des pointés sur quatre ou cinq étoiles équatoriales lorsqu'elles traversent le champ de la lunette. Ce qu'on détermine ainsi, c'est la valeur de $I + n$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur la température à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36^m de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année* 1882; par MM. **Edm. Becquerel** et **Henri Becquerel**. (Extrait.)

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de températures faites au Muséum d'Histoire naturelle depuis le 1er décembre 1881 jusqu'au 1er décembre 1882 inclusivement, dans l'air pris à des profondeurs variables de 1^m à 36^m et dans les parties supérieures du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de gazon pendant la même période de temps. Ce travail est la continuation des recherches entreprises au Muséum par A.-C. Becquerel, il y a vingt ans, à l'aide des appareils thermo-électriques qu'il a imaginés [1].

Les moyennes trimestrielles et annuelles, déduites des maxima et des minima, observés avec un thermométrographe ou avec un maximum Negretti et un minimum Rutherfort, indiquent une température moyenne peu différente de la moyenne générale de Paris et un peu inférieure à celle de l'année précédente 1881. On a en effet :

	1880.		1881.		1882.	
	Thermométrographe.	Therm. Negretti et Rutherfort.	Thermo-métro-graphe.	Therm. Negretti et Rutherfort.	Thermo-métro-graphe.	Therm. Negretti et Rutherfort.
Hiver (déc., janv., fév.)...	— 0°,44	— 0°,68	3°,73	3°,80	3°,11	3°,02
Printemps (mars, avr., mai).	11,68	11,75	10,82	10,84	11,62	11,84
Été (juin, juillet, août) ...	18,90	18,84	19,40	19,26	17,63	17,46
Automne (sept., oct., nov.).	11,48	11,46	10,71	10,67	11,51	11,41
Année moyenne	10,40	10,34	11,16	11,14	10,97	10,93

Au printemps et en automne, la température a été assez élevée, mais pendant l'été la moyenne a été relativement plus basse qu'à l'ordinaire. Les

[1] *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII, XL, XLI et XLII. *Comptes rendus de l'Académie*, t. LXXXII, p. 587 et 700; t. LXXXVI, p. 122; t. LXXXIX, p. 207; t. XC, p. 575; t. XCII, p. 1253; t. XCIV, p. 1147.

températures moyennes mensuelles et annuelles déduites des observations des thermomètres placés au nord et de celles faites au haut du mât, corrigées du déplacement du zéro thermométrique, ont donné en 1882, en moyenne annuelle :

	Au haut du mât.	Au nord.
	o	o
6h du matin..........	8,18	8,36
9h du matin..........	10,57	10,66
3h du soir...........	13,72	13,85
Moyenne.........	10,82	10,96

» La température au haut du mât, à 10m au-dessus des autres appareils, est, comme les années précédentes, un peu plus faible que la température moyenne au nord; celle-ci, comme on le voit, est presque identique à celle donnée par les maxima et les minima.

» Les observations de température à diverses profondeurs dans la terre, par les méthodes thermo-électriques, ont présenté encore, cette année, quelques perturbations dues à la manière dont les jonctions des extrémités des câbles sont faites avec les fils du galvanomètre. Nous modifions cette partie de notre installation pour éviter désormais ces perturbations.

» On a, pour la moyenne annuelle, en 1882 :

Profondeur.	Temp. moyenne annuelle en 1882.	Temp. moyenne annuelle des 14 années précédentes.
m.	o.	o.
1....................	11,93	11,25
2....................	11,49	»
6....................	11,95	11,91
11...................	12,12	12,01
16...................	12,27	12,10
21...................	12,15	12,13
26...................	12,36	12,38
31...................	12,35	12,34
36...................	12,45	12,44

» A 16m et à 26m se trouvent, sous le sol du Muséum, deux nappes d'eau souterraines qui se dirigent vers la Seine et qui modifient la loi d'augmentation de température avec la profondeur. Cette année, cet effet a été fort appréciable à 16m, alors qu'il l'avait été moins l'année dernière; ces différences tiennent à la plus ou moins grande abondance d'eau tombée sur le sol, ainsi qu'aux époques où cette chute a lieu.

Sols divers.		Température moyenne mensuelle à 6h matin.					Température moyenne mensuelle à 3h soir.					Température moyenne mensuelle.				
		0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60
Décembre 1881.	Sol gazonné	3,41	3,66	4,30	4,51	5,09	3,58	3,87	4,38	4,89	5,73	3,50	3,77	4,34	4,70	5,41
	Sol dénudé	1,78	2,14	2,71	3,31	4,46	2,51	2,62	2,90	3,34	4,72	2,15	2,38	2,81	3,33	4,59
	Différence	1,63	1,52	1,59	1,20	0,63	1,07	1,25	1,48	1,55	1,01	1,35	1,39	1,53	1,37	0,82
Janvier 1882.	Sol gazonné	1,61	1,82	1,93	2,78	2,73	2,25	2,45	2,59	2,88	3,35	1,93	2,14	2,26	2,83	3,04
	Sol dénudé	0,87	1,01	1,39	1,64	2,25	1,83	1,76	1,86	2,11	2,98	1,35	1,39	1,63	1,87	2,62
	Différence	0,74	0,81	0,54	1,14	0,48	0,42	0,69	0,73	0,77	0,37	0,58	0,75	0,63	0,96	0,42
Février 1882.	Sol gazonné	1,67	1,76	1,88	2,09	2,46	3,03	2,80	2,93	3,23	3,46	2,35	2,28	2,41	2,66	2,96
	Sol dénudé	1,48	1,50	1,74	1,94	2,32	4,18	3,61	3,08	3,02	3,35	2,83	2,56	2,41	2,48	2,83
	Différence	0,19	0,26	0,14	0,15	0,14	-1,15	-0,81	-0,15	0,21	0,11	-0,48	-0,28	0,00	0,18	0,13
Mars 1882.	Sol gazonné	6,27	6,40	6,46	6,51	6,41	9,64	8,89	8,41	8,11	7,17	7,96	7,64	7,43	7,31	6,79
	Sol dénudé	6,16	6,34	6,47	6,49	6,51	11,91	10,66	9,06	8,38	8,19	9,04	8,50	7,76	7,43	7,35
	Différence	0,11	0,06	-0,01	0,02	-0,10	-2,27	-1,77	-0,65	-0,27	-1,02	-1,08	-0,86	-0,33	-0,12	-0,56
Avril 1882.	Sol gazonné	9,52	10,05	10,08	9,49	9,97	12,08	11,05	10,59	10,36	9,59	10,80	10,55	10,33	9,92	9,78
	Sol dénudé	9,79	8,91	9,91	10,21	9,99	14,76	13,31	11,17	10,34	10,19	12,27	11,11	10,54	10,27	10,09
	Différence	-0,27	1,14	0,17	-0,72	-0,02	-2,68	-2,26	-0,58	0,02	-0,60	-1,47	-0,56	-0,21	-0,35	-0,31
Mai 1882.	Sol gazonné	14,19	14,23	14,45	14,37	13,39	16,96	15,24	14,66	14,27	13,49	15,57	14,73	14,55	14,32	13,44
	Sol dénudé	12,02	13,20	14,26	14,60	13,75	19,54	17,60	15,36	14,46	13,60	15,78	15,40	14,81	14,53	13,67
	Différence	2,17	1,03	0,19	-0,23	-0,37	-2,58	-2,36	-0,70	-0,19	-0,11	-0,21	-0,67	-0,26	-0,21	-0,23
Juin 1882.	Sol gazonné	16,59	17,37	17,44	17,31	16,56	19,71	18,52	17,78	17,35	16,95	18,15	17,94	17,61	17,33	16,75
	Sol dénudé	14,04	14,44	16,29	16,77	16,12	21,51	19,53	17,40	16,92	15,98	17,77	16,98	16,84	18,84	16,05
	Différence	2,55	2,93	1,15	0,54	0,44	-1,80	-1,01	0,38	0,43	0,97	0,38	0,96	0,77	0,49	0,70
Juillet 1882.	Sol gazonné	18,62	19,20	19,45	19,20	18,62	21,06	20,07	19,37	18,90	17,89	19,84	19,63	19,41	19,05	18,25
	Sol dénudé	16,71	17,18	18,06	18,56	18,00	23,03	20,92	19,03	18,32	17,50	19,87	19,05	18,54	18,44	17,75
	Différence	1,91	2,02	1,39	0,64	0,62	-1,97	-0,85	0,34	0,58	0,39	-0,03	0,58	0,87	0,61	0,50
Août 1882.	Sol gazonné	17,70	18,19	18,54	18,63	18,71	20,12	19,36	18,94	18,85	18,18	18,91	18,77	18,74	18,74	18,44
	Sol dénudé	15,26	16,13	17,22	17,76	17,32	21,46	19,87	18,32	18,22	18,16	18,36	18,00	17,87	17,99	17,74
	Différence	2,44	2,06	1,32	0,87	1,39	-1,34	-0,51	0,42	0,63	0,02	0,55	0,77	0,87	0,75	0,70
Septembre 1882.	Sol gazonné	15,48	16,02	16,17	16,41	16,49	17,36	16,85	16,63	16,58	16,77	16,42	16,43	16,40	16,49	16,63
	Sol dénudé	12,58	13,25	14,09	14,79	15,30	17,05	16,03	14,94	14,92	15,13	14,81	14,64	14,51	14,85	15,21
	Différence	2,90	2,77	2,08	1,62	1,19	0,31	0,82	1,69	1,66	1,64	1,61	1,79	1,89	1,80	1,42
Octobre 1882.	Sol gazonné	11,91	12,44	12,84	13,13	13,77	12,93	12,92	13,07	13,27	13,69	12,42	12,68	12,95	13,20	13,73
	Sol dénudé	9,70	10,28	11,07	11,89	12,42	12,99	12,14	11,42	11,49	12,29	11,34	11,21	11,24	11,69	12,35
	Différence	2,21	2,16	1,77	1,24	1,35	-0,06	0,78	1,65	1,78	1,40	1,08	1,47	1,71	1,51	0,38
Novembre 1882.	Sol gazonné	7,95	8,46	8,61	9,33	9,71	8,44	8,59	8,87	9,26	9,93	8,19	8,52	8,74	9,29	9,82
	Sol dénudé	6,15	6,67	7,40	8,93	8,72	7,79	7,51	7,47	7,79	8,81	6,97	7,09	7,43	8,36	8,76
	Différence	1,80	1,79	1,21	0,40	0,99	0,65	1,08	1,40	1,47	1,12	1,22	1,43	1,31	0,93	1,06
Année moyenne.	Sol gazonné	10,41	10,80	11,01	11,15	11,16	12,26	11,72	11,52	11,33	11,35	11,33	11,26	11,26	11,24	11,26
	Sol dénudé	8,88	9,25	11,05	10,57	10,59	13,21	13,05	11,02	10,78	10,91	11,04	11,15	10,53	10,67	10,75
	Différence	1,53	1,55	1,96	0,58	0,57	-0,95	-0,33	0,50	0,55	0,44	0,29	0,11	0,73	0,57	0,51

» Le Mémoire renferme ensuite les résultats des observations faites sous des sols dénudés et gazonnés, à des profondeurs variables de $0^m,05$ à $0^m,60$, le matin et le soir, chaque jour de l'année. On donne ici seulement les moyennes annuelles des températures sous les deux sols aux diverses profondeurs.

» L'examen de ces Tableaux conduit encore aux conséquences énoncées les années précédentes. A $0^m,05$ de profondeur, à 6^h du matin, la moyenne de chaque mois, sauf en avril, est plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé. A 3^h du soir, à la même profondeur, c'est en général l'inverse que l'on observe depuis février jusqu'en octobre, et l'action solaire, sur le sol sablonneux, donne à celui-ci un excès de température variant en moyenne de $0°,06$ à $2°,68$ sur la température observée sous le sol gazonné; en hiver le contraire a eu lieu. En moyenne mensuelle, ces excès ne se sont pas tout à fait compensés; à 6^h du matin le sol gazonné a eu $1°,53$ de température au-dessus de celle du sol sablonneux; à 3^h du soir celui-ci a eu au contraire un excès de $0°,95$, et en moyenne annuelle, à $0^m,05$ de profondeur, le sol gazonné a donné $11°,33$ quand le sol sablonneux, à la même profondeur, n'a donné que $11°,04$.

» A partir de $0^m,10$ jusqu'à $0^m,60$ de profondeur, ces effets ont été de moins en moins marqués et, en moyenne générale, la température a été plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé d'une quantité qui a varié de $0°,1$ à $0°,7$ suivant la profondeur. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Démonstration graphique d'un théorème d'Euler concernant les partitions des nombres;* par M. SYLVESTER.

« Comme confirmation de la puissance de la méthode graphique appliquée à la théorie des partitions, la preuve suivante d'un théorème que je crois être nouveau ne sera pas, je l'espère, tout à fait dépourvue d'intérêt pour les géomètres; car il serait, il me semble, assez difficile d'en trouver une preuve directe analytique au moyen de la comparaison de fonctions génératrices, comme on le fait ordinairement pour des théorèmes de ce genre.

» Euler a trouvé facilement, par une comparaison de telles fonctions, que le nombre de partitions de n en nombres impairs est le même que le nombre de partitions de n en nombres inégaux; je précise ce théorème en ajoutant que le nombre de partitions de n en nombres impairs, qui se

divisent en i groupes de nombres distincts, est égal au nombre de partitions de n en i suites tout à fait distinctes de nombres consécutifs.

» Nommons U une partition en nombres impairs et V une partition en nombres inégaux.

» Je dis qu'on peut passer de U à V par la méthode suivante. Supposons, par exemple, que U soit la partition 11.11.7.7.7.5.

» Je forme deux assemblages réguliers de points en prenant dans l'un d'eux, sur chaque ligne, un nombre de points égal à $\frac{11+1}{2}$, $\frac{11+1}{2}$, $\frac{7+1}{2}$, $\frac{7+1}{2}$, $\frac{7+1}{2}$, $\frac{5+1}{2}$, et l'autre assemblage en diminuant de l'unité chacun de ces nombres de points. On forme ainsi ces deux assemblages :

1.	2.
· · · · · ·	· · · · ·
· · · · · ·	· · · · ·
· · · ·	· · ·
· · · ·	· · ·
· · · ·	· · ·
· · ·	· ·

et, en comptant le nombre de points dans les *angles* successifs de chaque figure, on obtient, dans l'un, 11, 9, 5, 2, et, dans l'autre, 10, 8, 3; en les réunissant, on obtient la partition

$$11.10.9.8.5.3.2,$$

qui est un V.

» Or il est facile de voir que dans cette méthode de transformation U devient V, et l'on démontre (en construisant un certain système d'équations linéaires) que, pour un V quelconque donné, on peut trouver un et un seul U qui se transformera dans ce V, de sorte qu'il y a correspondance un à un entre la totalité des U et la totalité des V, ce qui sert à démontrer le théorème original d'Euler. Mais si tel était le but de cette recherche, cette méthode de transformation serait peine perdue, car il existe une tout autre méthode, infiniment plus simple, d'établir une telle correspondance : on la trouvera expliquée dans le cahier de l'*American Journal of Mathematics* qui va paraître. L'utilité de cette méthode spéciale de créer la correspondance consiste en ceci : que le V ainsi conjugué avec un U contiendra le même nombre de suites distinctes de nombres consécutifs que le U contient de nombres impairs distincts : cela veut dire que le nombre des lignes inégales (disons i) dans l'un ou l'autre assemblage de points est toujours

égal à j, nombre de suites distinctes obtenu en opérant de la manière expliquée ci-dessus. La preuve en est facile; car si l'on enlève l'angle extérieur à l'un et à l'autre des assemblages, on verra facilement que quatre cas se présenteront: pour un de ces cas, j ne change pas de valeur, à cause du changement opéré dans les deux assemblages; dans un autre cas, j subira une diminution de deux unités, et dans les deux cas intermédiaires d'une seule unité. Ces cas correspondent aux quatre suppositions qui résultent de la combinaison des hypothèses que les deux premières lignes ou les deux premières colonnes dans l'un ou l'autre des assemblages sont ou ne sont pas égales entre elles : de sorte qu'on verra facilement que le j et le i seront toujours diminués de la même quantité, ou 0, ou 1 ou 2, et conséquemment on aura $i - j$ *constant*; si l'on enlève l'un après l'autre les angles des deux assemblages jusqu'à ce qu'on arrive à un assemblage qui sera de l'une ou l'autre des quatre formes suivantes :

```
    1.             2.          3.   4.
 ⏟⏟⏟⏟⏟⏟     ⏟⏟⏟⏟⏟⏟⏟⏟
 . . . . .     . . . . . . .     .    .
 .                               .
 .                               .
 .                               .
 .                               .
```

pour lesquels cas $i = 2$, $j = 2$; $i = 1$, $j = 1$; $i = 1$, $j = 1$; $i = 1$, $j = 1$; respectivement on aura toujours ainsi $i = j$, de sorte qu'il y a correspondance une à une entre les partitions du même nombre n qui contiennent justement i nombres impairs répétés (ou non) à volonté, et celles qui contiennent justement i suites distinctes de nombres consécutifs, et conséquemment il y aura le même nombre des unes et des autres : ce qui est le théorème que j'ai voulu démontrer. ».

GÉOGRAPHIE. — *Sur le projet de mer intérieure africaine.* Note de M. DE LESSEPS.

« En vous annonçant, il y a deux mois, mon départ pour les chotts algériens et tunisiens, je vous disais que, tout en étant favorable en principe au projet de mer intérieure du commandant Roudaire, dont la réalisation aurait pour la France les conséquences les plus heureuses, je partais néanmoins sans parti pris et bien décidé à reconnaître que le projet de-

vait être ajourné si les difficultés et les dépenses d'exécution me paraissaient trop considérables.

» Aujourd'hui, après avoir étudié la question sur les lieux, après avoir visité les chotts depuis l'embouchure de l'Oued-Melah jusqu'à Biskra, ainsi que les terrains qui s'étendront sur le rivage de la mer future, je reviens plus convaincu que jamais qu'il y a urgence à créer cette mer, qui est appelée à transformer de la façon la plus merveilleuse les conditions économiques, agricoles et politiques de l'Algérie.

» Avant d'entrer dans les détails de mon exploration, laissez-moi revenir un peu en arrière et dire quelques mots au sujet de la Commission supérieure chargée, au mois de juin dernier, d'examiner le projet.

» On a cru généralement, dans le public, que cette Commission, dont plusieurs de nos savants Confrères faisaient partie, avait condamné le projet : c'est une erreur.

» Loin de condamner le projet, la Commission, comme en fait foi le *Livre jaune* publié par le Ministre des affaires étrangères, a reconnu :

» 1° Que l'exactitude des travaux scientifiques sur lesquels repose le projet est au-dessus de toute contestation;

» 2° Que l'exécution du canal d'alimentation de la future mer ne présentait aucune difficulté;

» 3° Que l'œuvre serait durable, puisque, même en admettant les hypothèses les plus défavorables au sujet de l'évaporation et de la saturation, la mer intérieure serait assurée d'une existence de mille à quinze cents ans, ce qui, pour une entreprise humaine, équivaut à l'éternité;

» Qu'à aucun point de vue la mer intérieure ne pourrait être nuisible, mais que, au contraire, elle favoriserait le développement de la colonisation, en améliorant le climat, en assainissant des régions insalubres et en y apportant la fécondité;

» 5° En ce qui concerne l'accroissement de notre puissance militaire et maritime, l'importance de la nouvelle voie ouverte au commerce, à l'industrie et à la sécurité de l'Algérie, les avis ont été partagés; cependant, personne n'a pu, à aucun de ces points de vue, nier d'une manière complète l'utilité de la submersion du bassin des chotts. D'autres membres, et particulièrement notre éminent confrère le général Favé, ont éloquemment mis en lumière l'importance capitale de la mer intérieure, tant au point de vue colonial qu'au point de vue militaire.

» Ainsi la Commission supérieure, loin de condamner le projet, l'a au contraire approuvé en principe; seulement, comme elle n'avait pas vu les

lieux, elle a exagéré les difficultés et par conséquent la dépense de l'entreprise.

» Eh bien, le voyage d'exploration que la Commission supérieure ne pouvait pas faire, je viens de l'accomplir, accompagné d'un certain nombre d'ingénieurs spéciaux et d'entrepreneurs expérimentés, sous la conduite du commandant Roudaire qui ne saurait trop mériter d'éloges pour sa persévérance, son énergie et ses remarquables travaux scientifiques datant de plus de dix années.

» Nous avons constaté que partout les terrains sont d'une extraction facile : ainsi, par exemple, la Commission avait supposé que le seuil de Kriz était entièrement composé de roches dures dont elle avait évalué le volume à 25 millions de mètres cubes; mais M. Roudaire ayant reconnu, un peu plus bas que le col de Kriz, un autre passage, celui de Tozeur, non seulement moins élevé de 12^m que le précédent, mais encore uniquement formé de sables, nous avons vu fonctionner le sondage établi au point culminant de ce seuil. Au moment où nous arrivions sur les lieux, la sonde était parvenue à 73^m au-dessous du sol; le trou de sonde avait été entièrement creusé jusqu'à cette profondeur au moyen d'une simple cuillère à soupape suspendue à l'extrémité d'un câble; on la soulevait à l'aide d'un treuil et on la laissait retomber de son propre poids cinq à six fois de suite, puis on la retirait pleine de sable. J'ai recueilli moi-même dans la cuillère et enveloppé dans mon mouchoir le sable que je dépose sur le bureau de l'Académie.

» Tous ceux qui m'accompagnaient, et dont quelques-uns n'étaient pas exempts, au moment du départ, de certaines préventions contre le projet, sont revenus complètement convaincus, je dirai même enthousiasmés. Je ne saurais mieux faire pour éclairer l'Académie à ce sujet que de lire le Rapport sommaire que tous ont rédigé d'un commun accord dès leur arrivée à Biskra.

» Voici le texte de ce document :

RAPPORT SOMMAIRE.

« Au cours de l'exploration qu'ils viennent de faire dans les chotts tunisiens et algériens de Gabès à Biskra, les soussignes, invités par MM. Ferdinand de Lesseps et Roudaire à se rendre sur les lieux pour donner leur avis sur le projet de mer intérieure et son exécution pratique, ont fait les constatations suivantes :

» 1° *Au point de vue maritime*, l'embouchure de l'oued Melah, origine du canal de la mer aux chotts inondables, présente une partie couverte à haute mer à une largeur suffisante, qui pourra être facilement creusée et constituer un port naturellement à l'abri de

tous les vents du nord-est au sud en passant par l'ouest; les vents du nord-est au sud en passant par l'est ne pourront être dangereux, le port en étant garanti par de simples jetées.

» La rade en face de l'entrée se trouve d'ailleurs exactement dans les mêmes conditions que celle de Gabès.

» La navigation dans le canal ne peut offrir aucune difficulté, sa direction étant presque rectiligne.

» Quant à la tenue des bâtiments dans la mer intérieure, il a été de toute facilité à la Commission de s'assurer de l'absence de roches : partout le fond sera de vase ou de marne et, avec les profondeurs moyennes de 20^{m}, on sera toujours certain qu'un bâtiment, *quel qu'il soit*, n'aura rien à craindre pour sa sécurité.

» 2° *Relativement aux résultats agricoles*, tous les terrains situés sur le rivage nord de la mer intérieure et du canal, de Gabès à Biskra, sur un parcours de près de 500^{km}, sont généralement de même nature que les plus fertiles de l'Algérie et de la Tunisie.

» Il ne leur manque qu'un peu d'eau pour qu'ils deviennent d'une très grande fécondité et une immense source de richesse et de prospérité pour le pays.

» La modification du climat qu'amènera naturellement la présence d'une très grande nappe d'eau dans le bassin des chotts, jointe à l'utilisation des eaux souterraines dont la présence a été constatée, tant par les sondages que par l'existence des puits naturels qui servent à l'alimentation des tribus et à l'aménagement des eaux superficielles, permettra incontestablement de rendre à la culture ces vastes espaces aujourd'hui improductifs, et d'y trouver, indépendamment des autres sources de revenus, telles que pêcheries, droits de navigation, etc., etc., une large rémunération pour les capitaux engagés dans cette entreprise.

» 3° *En ce qui concerne les opérations de nivellement* de M. le commandant Roudaire, il a été unanimement reconnu qu'elles ont été faites avec le soin le plus minutieux et une méthode infaillible, et qu'elles sont d'une exactitude absolue.

» 4° *A l'égard de l'exécution des travaux*, il a été constaté que les terrains rencontrés seront d'une extraction très facile, à laquelle les procédés mécaniques pourront être appliqués.

» Les roches calcaires constatées par les sondages de M. le commandant Roudaire en 1879, à la base du seuil de Gabès, et dont le volume est relativement peu important, constituent à l'entrée du canal un avantage plutôt qu'un inconvénient.

» Elles fourniront, en effet, les matériaux nécessaires à l'exécution des jetées et des constructions du port.

» Elles permettront en outre, si cela est nécessaire, d'établir à peu de frais, à l'entrée du canal, une vanne au moyen de laquelle on règlera suivant les besoins l'introduction de l'eau pendant le remplissage.

» Dans le parcours du canal au travers du chott Djerid, le tracé suit la rive nord de manière à se tenir éloigné des terrains vaseux de la partie centrale du chott.

» Au seuil qui sépare le chott Djerid du chott Rharsa, le nouveau tracé, récemment étudié à Tozeur par M. le commandant Roudaire, évite complètement les roches signalées précédemment à Kriz, et dont la Commission supérieure avait estimé le volume à vingt-cinq millions de mètres cubes.

» L'altitude du nouveau col est d'ailleurs inférieure de 12^{m} à celle du col de Kriz.

» Le sondage fait au point culminant du nouveau tracé a démontré qu'on ne rencontrera que des sables.

» Eu égard à la nature des terrains traversés, il est évident qu'il suffira de creuser tout d'abord dans la partie d'alluvions un canal d'une largeur moyenne de 25^m à 30^m qui sera agrandi au moyen du courant lui-même.

» Cette tranchée pourra être exécutée dans une période maxima de cinq années, et son prix de revient peut être évalué à une somme de 150 millions.

» 5° *La question politique et militaire* est certainement très importante.

» La Commission, tout en étant frappée des avantages incontestables que retirera la France de la création de la mer intérieure, considère qu'elle sortirait de son rôle en développant son opinion à ce sujet.

» A. Couvreux fils, entrepreneur de travaux publics.
» Emile Dollot, ingénieur des Arts et Manufactures.
» Léon Dru, ingénieur.
» Duval-Terrasson, entrepreneur de travaux publics.
» Gellerat fils, entrepreneur de travaux publics.
» G. de Kersabiec, lieutenant de vaisseau.
» Anatole Lion, ingénieur.

» Biskra, le 4 avril 1883. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Liouville*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Wolf	obtient. . . .	32	suffrages
M. Bouquet de la Grye	»	21	»
M. Roche	»	1	»
M. Stephan	»	1	»

Il y a un bulletin nul.

M. Wolf, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Sur l'évolution de la pustule maligne chez l'homme et son traitement par les injections iodées.* Note de M. A. RICHET. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Les beaux travaux de Davaine et de M. Pasteur ont établi d'une manière incontestable que chez l'homme la pustule maligne reconnaît pour cause la pénétration à travers une effraction de l'épiderme, de la bactéridie charbonneuse, qui prolifère d'abord sur place, puis, après un temps variable, finit par infecter l'organisme.

» Je viens d'observer, dans mon service chirurgical de l'Hôtel-Dieu, deux faits qui jettent peut-être quelque lumière sur les phases restées jusqu'ici assez obscures de cette double évolution, pullulation sur place, puis infection générale; ces faits offrent, en outre, une certaine importance au point de vue du traitement par les injections iodées.

» En 1880, entrait à l'Hôtel-Dieu un boucher atteint de pustule maligne à la joue droite. Avant tout traitement, je fis recueillir simultanément du liquide séreux autour de la pustule, puis du sang au doigt indicateur. Les animaux inoculés avec ces liquides, sérum de la pustule ou sang, succombèrent tous à l'infection charbonneuse (1).

» Le malade fut traité énergiquement : je pratiquai autour de la pustule des injections d'iode, puis la cautérisation ignée. Efforts inutiles! Les symptômes locaux parurent s'apaiser; mais les phénomènes généraux s'aggravèrent et le malade succomba en quarante-huit heures.

» Ainsi, devant une infection généralisée, le traitement local a complètement échoué.

» En 1883, une autre occasion se présenta de mettre de nouveau la méthode iodée à l'épreuve.

» Un boucher qui avait porté, le col découvert, des viandes saignantes, dans la journée du 28 février, entra à l'Hôtel-Dieu le 5 mars 1883. Le 1er mars, il avait découvert sur sa joue un petit bouton qui devint rapidement assez gros. Le 5 mars, se sentant fort malade, brisé, courbaturé, il arrivait à l'hôpital dans un état de terreur difficile à décrire.

(1) Je tiens à remercier M. Talamon, dont l'obligeance et le talent m'ont été d'un précieux secours pour toutes ces expériences délicates.

» Les symptômes généraux étaient graves : la température axillaire de 39,9, le pouls à 108, la soif intense, l'abattement extrême. L'œdème qui entourait la pustule était dur et douloureux ; le gonflement s'étendait à la face et au cou; les glandes lymphatiques derrière la mâchoire étaient gonflées et douloureuses. Ni le sang, ni le sérum de la pustule ne montraient de bactéridies, mais dans le sérum existaient des spores et des granules.

» Je pratiquai autour de la pustule huit injections de teinture d'iode mélangée avec deux tiers d'eau, et je recommençai le soir de ce même jour la même opération.

» Le lendemain, l'état général est devenu bien meilleur. Le pouls est à 88, la température à 38,4. Néanmoins, je refis une nouvelle injection iodée. Le surlendemain, 7 mars, le malade semble être revenu à l'état normal; la température tombe à 37. Le pouls est à 60.

» Les jours suivants, l'amélioration est définitive; l'escarre de la pustule tombe et laisse une plaie très étendue, qui témoigne de la violence de la virulence charbonneuse.

» Voici maintenant le résultat des cultures et des inoculations faites avec les liquides pris autour de la pustule et avec le sang.

» 1° Les liquides pris autour de la pustule et inoculés à des cobayes ont à *tous* communiqué l'infection charbonneuse;

» 2° Ces liquides ont donné naissance à des générations de *Bacillus anthracis*, qui ont à leur tour déterminé le charbon;

» 3° Le sang pris au doigt du malade n'a fourni que des résultats négatifs;

» 4° Les liquides recueillis autour de la pustule après que les injections iodées ont été faites n'ont donné que des résultats négatifs, ce qui prouve péremptoirement l'action neutralisante et préservatrice de cette médication.

» Ces deux faits portent avec eux plusieurs enseignements.

» Le premier démontre que, si les bactéridies ou leurs spores ont déjà pénétré dans le sang, en un mot si l'infection générale a commencé, tout traitement local est insuffisant.

» Le second prouve au contraire que, malgré la virulence extrême de l'intoxication charbonneuse, alors qu'il n'y a pas encore infection générale, on peut enrayer le mal par une action locale énergique. L'action antiseptique de la teinture d'iode est bien mise en évidence.

» Toutefois la température élevée de 40° doit donner à réfléchir. Pourquoi cette intensité des phénomènes généraux, cet abattement des forces,

ce malaise général? Peut-on affirmer, malgré le résultat négatif des inoculations et des cultures, qu'aucun germe n'avait encore pénétré dans l'organisme? C'est là un point très douteux et d'une extrême importance, sur lequel il me sera permis d'appeler l'attention.

» Quelques remarques sont encore à faire sur le traitement par les injections iodées. C'est Davaine qui, le premier, en 1873, dans une Communication lue à l'Académie, conseilla l'emploi de l'iode. Depuis, à de rares intervalles, ses conseils furent mis en pratique avec des succès divers par quelques chirurgiens et vétérinaires, parmi lesquels il faut citer M. Stanis Cézard et M. J. Chipault; mais, dans aucun cas, il n'y eut d'amélioration aussi rapide que dans l'exemple que je viens de rapporter.

» De tous les traitements employés jusqu'ici, ce traitement par les injections iodées est le moins douloureux, le moins destructeur et le plus certain.

» La conduite du médecin en présence d'une pustule maligne se trouve donc désormais toute tracée et simplifiée.

» Il doit d'abord, autant que possible, s'assurer, par des inoculations et par l'examen microscopique, de la réalité du mal, de sa localisation ou de sa diffusion; puis, et sans attendre le résultat de ses expériences, il injectera 4^{gr} à 8^{gr} de teinture d'iode iodurée, mélangée avec 2^{vol} d'eau, par six à huit piqûres, formant un cercle délimitant la pustule et l'œdème qui l'entoure.

» Ces injections seront répétées plusieurs fois par jour, et pendant plusieurs jours, quelle que soit la marche de la maladie, qu'elle rétrograde ou qu'elle progresse.

» Au cas où l'infection serait générale, il faudrait avoir recours à l'iode, administré à l'intérieur. Quant aux injections iodées intra-veineuses, faites dans le but de poursuivre la destruction des bactéridies dans le sang même, personne, que je sache, n'a encore osé les pratiquer sur l'homme. »

CHIRURGIE. — *Expériences sur l'anesthésie caustique et observation d'un cas de squirre ulcéré du sein, opéré avec l'aide de cette méthode.* Note de M. **Jules Guérin**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Quel que soit le nombre des applications utiles de l'anesthésie chloroformique, il est cependant des sujets chez lesquels cette méthode est tout

à fait interdite : ceux, par exemple, qui sont atteints d'affections chroniques du cœur et des organes respiratoires.

» Il faut reconnaître encore que, malgré les progrès réalisés de nos jours pour prévenir tout accident, l'expérience n'a que trop souvent prouvé l'insuffisance des précautions les mieux calculées. Il ne faut pas oublier enfin que la localisation de l'anesthésie, dans les régions où doit s'exercer l'œuvre du chirurgien, est restée jusqu'ici un problème à l'étude; et que l'insensibilisation des parties ne s'obtient toujours qu'en passant par l'anesthésie généralisée, c'est-à-dire au prix d'un certain degré d'intoxication de l'organisme avec ses inconvénients et ses imprévus.

» Ces *desiderata* de la grande et précieuse méthode de l'anesthésie chloroformique expliquent et justifient la recherche d'autres moyens d'arriver d'emblée à l'insensibilisation des parties sans la participation de l'anesthésie de tout l'organisme. Tel est le but que je me suis proposé.

» L'observation physiologique nous apprend que la peau est l'épanouissement des nerfs sensibles et de la sensibilité réfléchie, et que, au delà de la zone qu'elle occupe, cette propriété se réfugie, en s'amoindrissant, dans les rameaux nerveux, plus conducteurs de l'impression périphérique que sensibles par eux-mêmes. Il est aussi de notion vulgaire que les parties de la peau tenues pendant un certain temps en contact avec certains caustiques sont complètement désorganisées. Il est enfin d'observation générale que certains caustiques chimiques de la catégorie dite *potentielle* ont la propriété de coaguler le sang contenu dans les vaisseaux.

» Mais, autour et au delà de ces faits vulgaires, il y a des circonstances négligées, si ce n'est complètement inaperçues, dont je me suis servi.

» A la faveur de ces effets de la cautérisation potentielle, j'ai conçu l'idée de tracer aux opérations chirurgicales une voie et des limites dans lesquelles l'instrument tranchant pût cheminer sans provoquer de douleur ni d'hémorragies, et sans laisser après lui de portes ouvertes aux matières septiques qui suivent et compliquent si souvent les plaies chirurgicales. Je me dispense pour le moment de faire connaître les différentes phases par lesquelles cette idée a passé, et les différents essais que j'ai tentés; j'arrive d'emblée à une opération grave, qui m'a présenté la réunion des diverses circonstances inhérentes à ce mode opératoire, et offert un spécimen des services qu'il est permis d'en espérer.

» *Observation.* — Dans le cours du mois de janvier dernier, une dame

âgée de soixante ans me consulta pour une tumeur du sein droit qu'elle portait depuis sept ou huit années, et que plusieurs praticiens lui avaient déclarée devoir être enlevée. Cette tumeur, d'environ $0^{m},10$ de diamètre, occupait l'emplacement tout entier du sein; de forme irrégulière, bossuée, dure au toucher, elle adhérait à la peau et présentait à sa surface deux petits cratères rougeâtres par lesquels suintait un peu de liquide coloré; le reste de la peau était pâle, mais parsemé de veines apparentes et développées. Néanmoins la tumeur n'adhérait pas à sa base, elle pouvait être assez facilement mobilisée; point de ganglions dans l'aisselle. Je diagnostiquai, comme mes confrères précédemment consultés, un squirre ulcéré du sein droit. — La santé générale était mauvaise : une bronchite catarrhale datant de dix-huit mois, accompagnée de fréquents accès de toux et d'expectorations abondantes; des douleurs dans les reins, et des troubles cardiaques caractérisés par des interruptions fréquentes du pouls, offraient un ensemble peu favorable à une entreprise opératoire, laquelle était cependant rendue de jour en jour plus indispensable et plus urgente.

» Mon avis fut donc qu'il fallait procéder, sans retard, à l'ablation de la tumeur. Le médecin ordinaire de la malade, M. le Dr Decugis, d'Hyères, partagea mon avis, ainsi que son frère, M. le Dr Decugis, de Brignolles.

» L'opération ayant été décidée, je procédai de la manière suivante, avec le concours de mes deux confrères et du mari de la malade.

» J'appliquai autour de la tumeur, et à $0^{m},02$ de sa circonférence, une couche circulaire ou plutôt elliptique de caustique de Vienne de $0^{m},02$ de hauteur et de largeur, très exactement retenue et limitée par une double bande de diachylon gommé. La malade, invitée à nous tenir bien au courant des progrès de la cautérisation, nous fit connaître, après un quart d'heure d'application du caustique, que toute sensation douloureuse, qui avait été des plus modérées, avait cessé : je laissai néanmoins le caustique en place cinq minutes de plus, vingt minutes en tout. Le caustique ayant été enlevé, la surface de la partie cautérisée essuyée avec un linge imbibé de vinaigre, nous pûmes constater l'existence d'un ruban noirâtre, parfaitement régulier.

» Le sein ayant été soulevé par M. le Dr Decugis aîné, je glissai à sa base, entre sa partie consistante et le tissu cellulaire sous-jacent, une sonde à dard portant un fil de platine très fin, destiné à maintenir la tumeur soulevée pendant l'opération. La sonde ayant été retirée et la tumeur maintenue en suspension par le fil, j'incisai horizontalement et circulairement toute la bande cautérisée : ce qui eut lieu sans provoquer la moindre douleur, sans hémorragie et comme à l'insu de l'opérée. Ayant ainsi

détaché de sa circonférence cutanée tout le pourtour de la tumeur, j'arrachai cette dernière avec mes doigts, en divisant avec des ciseaux quelques brides fibreuses qui s'opposaient à cette sorte d'énucléation. L'opération dura dix minutes. Il n'y eut que deux ou trois cuillerées de sang épanché, et une seule artériole nécessita une ligature qui tomba le surlendemain.

» La malade n'a manifesté aucune douleur pendant toute l'opération.

» Les suites furent des plus simples et des plus heureuses. Les pansements consistèrent dans des applications chaque jour répétées de charpie imbibée d'eau phéniquée à $\frac{1}{100}$, avec addition d'un quart d'alcool; ces applications précédées chaque fois de l'arrosage de la plaie à la seringue.

» Il n'y eut pas un seul jour de fièvre; c'est-à-dire, ni frisson ni chaleur insolite; l'appétit et le sommeil des plus satisfaisants. Mais ce qu'il y eut de plus surprenant, c'est que les accès de toux suivis d'expectoration abondante qui existaient depuis plus d'une année cessèrent presque complètement après le huitième jour.

» Quant à la cicatrisation de la plaie, elle fut des plus régulières. Les bourgeons charnus de la plus belle apparence, touchés de temps en temps avec le crayon d'azotate d'argent et pansés alternativement, en dernier lieu, avec la glycérine et l'eau phéniquée, marchèrent régulièrement et graduellement vers une restauration et réparation complète de l'excavation laissée par l'extirpation de la tumeur. La bordure de la plaie, résultant de la moitié circulaire de l'escarre cutanée, resta plus de trois semaines en place sous la forme d'un ruban desséché et parfaitement adhérent à la couche celluleuse cutanée. Il ne s'en détacha que peu à peu et par parties. Il fut facile de s'assurer pendant ce travail de ce double fait, à savoir : que la bande de l'escarre, très consistante et adhérente, formait une barrière infranchissable au passage des liquides de la plaie, et s'opposait ainsi à toute absorption par les bords de cette dernière.

» Telle est la première opération grave pratiquée avec l'aide de l'insensibilisation caustique. Il a été possible d'y suivre, pas à pas toutes les particularités propres à caractériser cette nouvelle ressource chirurgicale, et d'apprécier les avantages qu'il est permis d'en attendre. Je me dispense donc de sortir du fait particulier par une généralisation anticipée de ses résultats. Je laisse aux chirurgiens le soin d'en juger les applications possibles, et, à l'avenir, de montrer jusqu'où l'anesthésie caustique pourra, je ne dis pas suppléer, mais venir en aide, dans des cas déterminés, à l'anesthésie par le chloroforme. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Actions mécaniques produites par les aimants et par le magnétisme terrestre.* Deuxième Mémoire de M. **P. Le Cordier** [1]. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, Resal, C. Jordan.)

« Toutes les actions observables sur un élément de courant linéaire ont été calculées dans le premier Mémoire (p. 222 de ce Volume) en fonction explicite du potentiel du système agissant; potentiel dont l'existence a été démontrée, mais dont la forme n'a été déterminée que dans le cas particulier où le système se réduit à un courant fermé linéaire extérieur. Il reste à trouver les trois potentiels d'un aimant, du magnétisme terrestre, et d'un courant fermé permanent à trois dimensions. Le premier est donné dans ce Mémoire : le deuxième l'est aussi, mais seulement dans un espace assez petit pour que le champ magnétique terrestre y soit traité comme uniforme : le troisième le sera dans un Mémoire ultérieur, mais à l'aide d'une hypothèse. Les actions d'un aimant et du magnétisme terrestre sur un aimant le sont aussi, en fonction de deux potentiels : et ceux-ci sont identifiés avec ceux qui expriment les actions des mêmes corps sur un élément de courant linéaire.

» Cette méthode diffère de celle qui a été suivie jusqu'ici ; on a toujours traité séparément les cinq actions mécaniques observées : celle des courants sur les courants, celle des courants sur les aimants et la réaction des aimants sur les courants, celle des aimants sur les aimants, celle du magnétisme terrestre sur les aimants, et celle du magnétisme terrestre sur les courants. Outre qu'elle est empirique, en invoquant un trop grand nombre de données expérimentales, qui ne sont pas indépendantes, cette marche a l'inconvénient de n'établir aucune relation entre les cinq coefficients des actions énumérées, et de ne pas faire voir qu'on peut les réduire à un seul système d'unités absolues. J'ai déjà démontré en 1870 cette possibilité, dans une Note qui paraît n'avoir pas été aperçue : c'est pourquoi il est bon de développer plus complètement la théorie sur laquelle elle repose. Généralement admise, et d'ailleurs conforme à l'hypothèse d'Ampère, elle

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 22 janvier 1883.

n'était démontrée nulle part. Elle ne résulte ni du principe de la conservation de l'énergie, ni d'aucun principe rationnel. Contrairement à ce que les auteurs ont paru croire, sans le dire explicitement, elle ne peut être démontrée que par l'expérience. Elle établit, entre l'électricité et le magnétisme, une relation de même importance théorique que la relation établie, entre l'électricité et la lumière, par la possibilité d'identifier le système électrostatique et le système électromagnétique, en choisissant les trois unités fondamentales de manière que la vitesse de la lumière se réduise à l'unité. Il est étonnant qu'une remarque si simple n'ait pas été faite avant l'année 1870, où je l'ai énoncée pour la première fois dans une thèse manuscrite, et pour la seconde fois dans les *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 533.

» Il serait naturel de recourir à des mesures absolues; mais il est préférable de n'invoquer que les expériences les plus simples et les plus précises. C'est pourquoi l'identification va reposer sur la coïncidence des directions d'équilibre stable des axes d'un élément magnétique et d'un élément de solénoïde, mobiles autour de leurs centres de gravité, quand ceux-ci sont placés successivement en un même point d'un champ de force donné.

» La possibilité qu'il s'agit d'établir, ne l'ayant pas été, aurait dû être contestée : elle l'a été, pour la première fois peut-être, dans les *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, par MM. Mascart et Joubert : à une question équivalente à cette possibilité on y trouve (n° 543) la réponse suivante : « L'affirmative paraît probable. » C'est cette affirmative qui est démontrée dans ce Mémoire comme conséquence de deux principes expérimentaux; et réciproquement, ces deux principes en résultent. Or les expériences dont ils sont déduits sont admises sans contestation, quoiqu'elles n'aient pas été faites directement. C'est pourquoi elles sont invoquées comme si elles l'eussent été; et inversement, si elles paraissaient douteuses, il suffirait de les faire pour établir non seulement la possibilité de la réduction de toutes les forces dont il s'agit, à un seul système d'unités absolues, mais encore toute la théorie exposée dans le Mémoire actuel. »

M. Bernard adresse à l'Académie, pour le concours du prix de Statistique, un Mémoire intitulé : « Constitution médicale de Cannes. Météorologie et mortalité du 1er octobre 1880 au 31 mars 1883 ».

(Renvoi à la Commission de Statistique).

CORRESPONDANCE.

MM. **Lescarbault** et **Müntz** adressent leurs remercîments à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. **Ch. Brame** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Sédillot*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Calcul d'une intégrale double.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Il s'agit de l'intégrale double

$$\frac{1}{\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\cos ix\cos jy\,dx\,dy}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha(\mu\cos x+\nu\cos y)}},$$

considérée par M. Tisserand dans son *Mémoire sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable* (1). J'ai observé que la nature relativement simple de l'intégrale permettait d'employer un procédé spécial de quadrature.

» En premier lieu, l'inverse du radical qui figure au dénominateur est remplacé par une somme de quantités rationnelles : on a en effet l'égalité approchée

$$\frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos V}}=\frac{1}{n}\sum\frac{1}{\sqrt{1-p\alpha^2}}\,\frac{1-p^2\alpha^2}{1+p^2\alpha^2-2p\alpha\cos V}$$

avec

$$p=\cos^2\frac{\theta}{2},\quad \cos n\theta=0,$$

et l'on peut donner une limite de l'erreur commise et choisir le nombre n en vue de l'approximation désirée.

(1) *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. XV.

» Considérons une des intégrales dans le second membre de l'équation

$$\frac{1}{\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\cos ix\cos jy\,dx\,dy}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha(\mu\cos x+\nu\cos y)}}$$
$$=\frac{1}{n}\sum\frac{1-p^2\alpha^2}{\sqrt{1-p\alpha^2}}\frac{1}{\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\cos ix\cos jy\,dx\,dy}{1+p^2\alpha^2-2p\alpha(\mu\cos x+\nu\cos y)},$$

et intégrons par rapport à x par exemple. En déterminant une quantité a inférieure à l'unité par la condition

$$\frac{2p\mu\alpha}{1+p^2\alpha^2-2p\alpha\nu\cos y}=\frac{2a}{1+a^2},$$

et ayant égard au résultat connu,

$$\int_0^{2\pi}\frac{(1-a^2)\cos ix\,dx}{1+a^2-2a\cos x}=2\pi a^i,$$

on aura

$$\frac{1}{\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\cos ix\cos jy\,dx\,dy}{1+p^2\alpha^2-2p\alpha(\mu\cos x+\nu\cos y)}=\frac{1}{p\mu\alpha}\,\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{2a^{i+1}\cos jy\,dy}{1-a^2},$$

a tenant la place de

$$\frac{1+p^2\alpha^2-2p\alpha\nu\cos y}{2p\alpha\mu}-\sqrt{\left(\frac{1+p^2\alpha^2-2p\alpha\nu\cos y}{2p\alpha\mu}\right)^2-1}.$$

Désignons le premier membre de a par u,

$$a=u-\sqrt{u^2-1},$$

d'où

$$\frac{2a}{1-a^2}=\frac{1}{\sqrt{u^2-1}};$$

on aura, pour les puissances de a,

$$a^i=\mathrm{P}_i-\mathrm{Q}_i\sqrt{u^2-1},$$

P_i et Q_i étant deux polynômes entiers en u ou en $\cos y$,

$$\mathrm{P}_i=\cos i(\operatorname{arc}\cos u),\quad \mathrm{Q}_i=\frac{\sin i(\operatorname{arc}\cos u)}{\sin(\operatorname{arc}\cos u)},$$

et l'intégrale se changera dans la somme

$$\frac{1}{p\mu\alpha}\,\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\mathrm{P}_i\cos jy\,dy}{\sqrt{u^2-1}}-\frac{1}{p\mu\alpha}\,\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{Q}_i\cos jy\,dy.$$

» Comme on peut toujours supposer que j n'est pas le plus petit des deux indices i et j, la seconde partie ne donnera rien.

» Maintenant, a et b étant déterminés par les conditions

$$\frac{2p\alpha\nu}{1+p^2\alpha^2-2p\mu\alpha}=\frac{2\mathrm{a}}{1+\mathrm{a}^2},\quad \frac{2p\alpha\nu}{1+p^2\alpha^2+2p\mu\alpha}=\frac{2\mathrm{b}}{1+\mathrm{b}^2},$$

le radical $\sqrt{u^2-1}$ s'écrit

$$\frac{1}{2\sqrt{\mathrm{ab}}}\frac{\nu}{\mu}\sqrt{(1+\mathrm{a}^2-2\mathrm{a}\cos y)(1+\mathrm{b}^2-2\mathrm{b}\cos y)}$$

et l'on est amené à considérer l'intégrale

$$\frac{2\sqrt{\mathrm{ab}}}{p\alpha\nu}\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\cos i\left(\operatorname{arc}\cos\dfrac{1+p^2\alpha^2-2p\alpha\nu\cos y}{2p\alpha\mu}\right)\cos jy\,dy}{\sqrt{(1+\mathrm{a}^2-2\mathrm{a}\cos y)(1+\mathrm{b}^2-2\mathrm{b}\cos y)}}.$$

» Or, en s'appuyant sur des résultats obtenus dans une *Note sur les coefficients de Laplace* (¹), on peut évaluer les coefficients dans le développement de l'inverse du radical. Ainsi, en posant

$$\frac{1}{\sqrt{(1+\mathrm{a}^2-2\mathrm{a}\cos y)(1+\mathrm{b}^2-2\mathrm{b}\cos y)}}$$
$$=\frac{1}{2}\mathrm{B}_{\frac{1}{2}}^{(0)}+\mathrm{B}_{\frac{1}{2}}^{(1)}\cos y+\mathrm{B}_{\frac{1}{2}}^{(2)}\cos 2y+\ldots+\mathrm{B}_{\frac{1}{2}}^{(l)}\cos ly+\ldots,$$
$$\cos m\zeta=0,\quad q=\mathrm{a}\cos^2\zeta+\mathrm{b}\sin^2\zeta_1,$$

on aura

$$\frac{1}{2}\mathrm{B}_{\frac{1}{2}}^{(l)}=\frac{1}{m}\sum\frac{q^l}{\sqrt{(1-\mathrm{a}q)(1-\mathrm{b}q)}}.$$

» En supposant développé le numérateur de l'intégrale, on aurait une suite telle que

$$a_0\cos jy+\tfrac{1}{2}a_1\cos(j+1)y+\ldots+\tfrac{1}{2}a_i\cos(j+i)y$$
$$+\tfrac{1}{2}a_1\cos(j-1)y+\ldots+\tfrac{1}{2}a_i\cos(j-i)y,$$

ce qui donnerait pour le numérateur de la valeur approchée

$$a_0q^j+a_1q^{j+1}+\ldots+a_iq^{j+i},$$
$$a_0q^j+a_1q^{j-1}+\ldots+a_iq^{j-i}$$

(¹) *Journal de l'École Polytechnique*, XLVᵉ Cahier.

et peut s'écrire

$$2\cos i\left(\arc\cos\frac{1+p^2\alpha^2-2p\alpha\nu\frac{q+q^{-1}}{2}}{2p\alpha\mu}\right)q^j.$$

» En définitive, l'intégrale double s'exprimera par une double moyenne

$$\frac{1}{n}\sum_p\frac{1-p^2\alpha^2}{\sqrt{1-p\alpha^2}}\,\frac{4\sqrt{ab}}{p\alpha\nu}\,\frac{1}{m}\sum_q\frac{\cos i\left(\arc\cos\frac{1+p^2\alpha^2-2p\alpha\nu\frac{q+q^{-1}}{2}}{2p\alpha\mu}\right)q^j}{\sqrt{(1-aq)(1-bq)}},$$

en supposant $j \geq i$.

» Le cas où $i=0$ est surtout à noter. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift-Brooks, faites avec l'équatorial de 6 pouces* ($0^m,160$) *de Brunner, à l'Observatoire de Lyon;* par M. **Gonnessiat.** Transmises par M. Ch. André. (Suite.)

Dates. 1883.	Temps moyen de Lyon.	Δα (☄* — ☆)	α apparente.	Log. fact. par.	Δδ (☄* — ☆)	δ apparente.	Log. fact. par.	Nombre de comp.	Étoiles.
	h m s	m s	h m s		′ ″	° ′ ″			
Mars 5....	8.15.16	−1.27,35	0.31.46,77	$\bar{1}$,682	+ 0.23,8	+31.59.41,1	0,768	10:10	7
12....	7.45.26	−1.20,06	1.34.14,99	$\bar{1}$,677	− 4.29,8	+30.28.22,7	0,703	8:8	8
12....	8.15.21	−1.52,38	1.34.25,18	$\bar{1}$,680	+ 1.44,3	+30.27.57,7	0,741	8:8	9
14....	8.16.58	+1.27,85	1.50.33,50	$\bar{1}$,677	− 4.25,6	+29.42.31,1	0,733	8:8	10
24....	7.56.17	−1.28,93	2.58.49,10	$\bar{1}$,645	− 2. 1,5	+24.48. 7,2	0,708	6:6	11
26....	8. 7.19	−0.28,79	3. 8.46,84	$\bar{1}$,643	− 0.54,9	+23.54.56,7	0,721	4:6	12
28....	7.58.54	+0.21,45	3.19. 3,93	$\bar{1}$,638	− 3.26,8	+22.54. 6,3	0,717	10:10	13
29....	8. 8.18	+2.23,05	3.24. 0,07	$\bar{1}$,640	− 0.16,6	+22.23.41,1	0,727	10:10	14
Avril 3....	8.22. 8	−1.32,76	3.46.23,47	$\bar{1}$,637	+11.32,2	+19.56.48,7	0,747	6:6	15
7....	8.23.21	−0. 7,77	4. 2. 3,78	$\bar{1}$,634	− 0.48,8	+18. 6.44,5	0,756	10:10	16

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	α moy. 1883,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
7....	0.33.13,84	+0,28	+31.59.12,0	+5,3	W.0^h, 822
8....	1.35.34,54	+0,51	+30.32.48,6	+3,9	W.1^h, 784; R, 388
9....	1.36.17,05	+0,51	+30.26. 9,5	+3,9	W.1^h, 802-3; R_1, 397
10....	1.49. 5,11	+0,54	+29.46.53,3	+3,4	W.1^h, 1100-2
11....	3. 0.17,31	+0,72	+24.50. 8,7	»	BB.IV + 24°, 435
12....	3. 9.14,90	+0,73	+23.55.52,2	−0,6	W.3^h, 161
13....	3.18.41,75	+0,73	+22.57.34,3	−1,2	BB.IV + 22°, 484
14....	3.21.36,28	+0,74	+22.23.59,2	−1,5	$\frac{1}{3}$(2 Wash. 1428 + R.861)
15....	3.47.55,47	+0,76	+19.45.19,7	−3,2	W.3^h, 1013
16....	4. 1.55,24	+0,77	+18. 7.37,5	−4,2	Comparée à 16′
16′...	4. 3.55,96	»	+18. 7. 0,7	»	$\frac{1}{5}$(W.4^h 10-1 + 4 R, 1102)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Loi des périodes* (suite);
par M. E. DE JONQUIÈRES ([1]).

« VI. Après avoir fait connaître la loi de la *composition* des périodes, il me reste à dévoiler le secret de leur *formation*.

» Je supposerai que $2a$ et d sont premiers entre eux, dans l'expression générale $E = \overline{an}^2 + dn$.

» En effectuant l'opération de la recherche du plus grand commun diviseur entre $2a$ et d, désignons par

$$r,\ t,\ l,\ u,\ v,\ x,\ y,\ z,\ w,\ \ldots$$

la partie entière des quotients, et par

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ \delta,\ \varepsilon,\ \varphi,\ \rho,\ \pi,\ \chi,\ \ldots$$

les restes correspondants des divisions successives. La loi dont il s'agit se formule très simplement ainsi :

» THÉORÈME XVI. — 1° *Les nombres r, t, l, u, ... sont les termes consécutifs communs à chacune des deux branches des périodes de tous les nombres* (E) *qui ne sont pas exceptés par la réserve spécifiée au théorème* IX [laquelle concerne un certain nombre, très limité, des valeurs *initiales* de n], *jusques et y compris le quotient qui a zéro pour reste correspondant, si le rang que ce quotient occupe dans la série est* impair. *Dans le cas où cette dernière condition ne se trouve pas satisfaite d'elle-même, les deux derniers quotients et l'avant-dernier reste sont modifiés* (d'une manière permise qui sera précisée ci-après), *de façon que le reste zéro soit reculé au rang impair qui suit celui où il se présentait.*

» 2° *Les termes ainsi obtenus sont immédiatement suivis, dans les périodes du groupe régulier* (E_1), *par un terme central dont la valeur numérique est* $\frac{2an - 2\theta d}{d^2}$, *$\theta$ étant une fonction rationnelle et entière de t, l, u, v, x, ... dont l'expression est donnée par le théorème* XVII, *et où r n'entre pas.*

» 3° *Les demi-périodes du groupe* (E_1) *sont donc paires, et par conséquent le nombre des termes des périodes est toujours un multiple de* 4, *non inférieur à* 8.

» VII. D'après les notations adoptées, on a

$$2a = dr + \alpha,\quad d = \alpha t + \beta,\quad \alpha = \beta l + \gamma,\quad \ldots.$$

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 9 avril.

» Lorsque l'un des restes est égal à l'unité, ce qui arrive nécessairement au bout d'un nombre limité de divisions successives, le quotient qui suit est égal au reste qui précède celui-là, tandis que le reste qui lui correspond est nul. Mais, si cette dernière circonstance se présente pour une division d'ordre pair, on diminuera le quotient d'une unité, ce qui fournira un reste égal à 1 et, par suite, une division de plus à effectuer. Cette dernière opération aura donc la forme $w = 1 \times 1 + 0$. Cet artifice de calcul, qui n'altère pas le résultat, *est de rigueur*, parce que le terme central [ou son équivalent dans les groupes autres que (E_1)] ne peut apparaître qu'à un rang pair, et cela pour une raison dont l'explication m'entraînerait au delà des limites qui me sont accordées ici.

» Arrivée à ce point, la période ne peut se continuer *algébriquement*, c'est-à-dire en conservant son caractère de généralité, si ce n'est pour les valeurs de n satisfaisant à la congruence $2an \equiv 2\theta d \pmod{d^2}$, ou à l'égalité $n = i'd + kd^2$.

» Pour les valeurs n autres que celles-là, l'influence *numérique* de n se substitue à celle, jusque-là exclusive, de $\frac{2a}{d}$, et les périodes prennent tout à coup, mais temporairement, un caractère d'individualité indépendante, qui se pliera de nouveau à la loi commune dans les derniers termes.

» VIII. Si l'on considère particulièrement le groupe (E_1) et qu'on écrive, pour abréger,

$$\theta_1 = t, \quad \theta_2 = lt + 1, \quad \theta_3 = u\theta_2 + \theta_1,$$
$$\theta_4 = v\theta_3 + \theta_2, \quad \ldots, \quad \theta_{m+1} = \xi\theta_m + \theta_{m-1},$$

suite dont la loi de récurrence est manifeste, on a ce théorème :

Théorème XVII. — *Le nombre constant θd, qui entre dans le numérateur du terme central du groupe (E_1), a pour valeur numérique :*

θ_1, *lorsque la période se compose de*		huit *termes ;*
θ_3,	»	douze *termes ;*
θ_5,	»	seize *termes ;*
....		;
θ_{2m+1}	»	$4(m+2)$ *termes.*

» IX. Prenons comme exemple la famille de nombres

$$E = \overline{1000n}^2 + 257n.$$

En recherchant le plus grand commun diviseur entre 2000 et 257, on

trouve

$$2000 = 7.257 + 201, \quad 257 = 1.201 + 56, \quad 201 = 3.56 + 33,$$
$$56 = 1.33 + 23, \quad 33 = 1.23 + 10, \quad 23 = 2.10 + 3, \quad 10 = 3.3 + 1$$

» Là l'opération suivante donnerait $3 = 3.1 + 0$; mais, comme ce reste se présenterait au huitième rang, le quotient 3 ne saurait être un terme de la période, parce que ce rang est pair. On écrira donc $3 = 2.1 + 1$ et enfin $1 = 1.1 + 0$.

» On aura ainsi placé le reste 0 au neuvième rang, sans altérer le calcul. Les neuf premiers termes communs aux nombres de la famille (E), qui sont aussi les neuf avant-derniers, sont donc 7, 1, 3, 1, 1, 2, 3, 2, 1, et le terme central qui les suit dans le groupe (E_1) est ici $\frac{2000n - 358.257}{\overline{257}^2}$.

» Mais, pour que ces neuf termes appartiennent à la période d'un des nombres (E), il faut qu'on ait ici $n > 56$. Pour les huit premiers, la limite s'abaisse à $n > 43$; pour les sept premiers, à $n > 1$; enfin les six termes 7, 1, 3, 1, 1, 2 sont communs à tous sans exception. Cette condition s'exprime, en général, par l'inégalité $n > \frac{(D+i)B + (a+C)D}{D^2}$, B, C, D, i étant des nombres entiers déterminés pour chaque terme et connus *a priori*.

» X. J'aurais encore à parler des groupes (E_d) et à présenter diverses remarques curieuses sur les points que je viens de traiter. On les trouvera, avec les démonstrations, dans le Mémoire justificatif. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de transformation des équations différentielles linéaires.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Les analogies entre les équations différentielles linéaires et les équations algébriques ont été depuis longtemps signalées et poursuivies dans des directions différentes. On n'a pas cependant, je crois, cherché à développer pour les équations linéaires une théorie analogue à celle qui a été donnée par Galois pour les équations algébriques. En employant une méthode présentant la plus grande analogie avec celle dont a fait usage l'illustre géomètre, on arrive à une proposition qui semble correspondre au théorème fondamental de Galois, et l'on est ainsi conduit à la notion de ce que j'appellerai le groupe de transformations linéaires correspondant à l'équation différentielle. J'emploie cette expression de groupe de transformations déjà employée par M. Sophus Lie dans son Mémoire si remarquable [*Theorie der*

Transformations-Gruppen (*Math. Annal.*, t. XVI)], afin de distinguer ce groupe de celui que l'on appelle généralement le groupe de l'équation linéaire.

» Soit

$$(1)\qquad \frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y = 0$$

une équation linéaire à coefficients rationnels et à intégrales régulières. Désignons par $y_1, y_2, \ldots, y_m$ un système fondamental d'intégrales, et considérons l'expression

$$\begin{aligned} V = {} & A_{11} y_1 + A_{12} y_2 + \ldots + A_{1,m} y_m \\ & + A_{2,1} \frac{dy_1}{dx} + \ldots + A_{2,m} \frac{dy_m}{dx} + \ldots + A_{m,m} \frac{d^{m-1} y_m}{dx^{m-1}}, \end{aligned}$$

où les m^2 lettres A désignent des fractions rationnelles quelconques de x. Cette fonction V satisfait à l'équation linéaire d'ordre m^2

$$(2)\qquad \frac{d^{m^2} V}{dx^{m^2}} + P_1 \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}} + \ldots + P_{m^2} V = 0;$$

on a d'ailleurs

$$\begin{aligned} y_1 &= \alpha_1 V + \alpha_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \alpha_{m^2-1} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}}, \\ y_2 &= \beta_1 V + \ldots \qquad\qquad + \beta_{m^2-1} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}}, \\ & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ y_m &= \lambda_1 V + \ldots \qquad\qquad + \lambda_{m^2-1} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}}, \end{aligned}$$

où les α, β, ..., λ sont rationnelles.

» A toute intégrale V de l'équation (2) correspond un système d'intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_m$; ce système sera fondamental si V ne satisfait pas à une certaine équation différentielle

$$(3)\qquad A\left(V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^k V}{dx^k}\right) = 0,$$

que l'on obtiendra précisément en supposant qu'entre $y_1, y_2, \ldots, y_m$ existent une ou plusieurs relations linéaires.

» Ceci posé, supposons que l'équation différentielle d'ordre p

$$(4)\qquad f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^p V}{dx^p}\right) = 0$$

(f représentant une fonction rationnelle), irréductible au sens employé

par M. Kœnigsberger (*Théorie des équations différentielles*, 1882), c'est-à-dire n'ayant aucune solution commune avec une équation de même forme et d'ordre moindre, ait une intégrale commune et, par suite, toutes ses intégrales communes avec l'équation (2). L'équation (4), supposée différente de l'équation (3), n'aura avec celle-ci aucune solution commune, et, par suite, à chaque solution de l'équation (4) correspond un système d'intégrales fondamentales pour l'équation linéaire proposée.

» Soit donc $y_1, y_2, \ldots, y_m$ le système fondamental correspondant à une certaine solution v de l'équation (4), et $Y_1, Y_2, \ldots, Y_m$ le système correspondant à une solution quelconque V de la même équation ; on aura

$$\begin{aligned} Y_1 &= a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \ldots + a_{1,m}y_m, \\ Y_2 &= a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \ldots + a_{2,m}y_m, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ Y_m &= a_{m,1}y_1 + a_{m,2}y_2 + \ldots + a_{m,m}y_m, \end{aligned}$$

et les a seront des fonctions algébriques de P paramètres arbitraires. L'ensemble de toutes ces substitutions est le groupe de transformations linéaires relatif à l'équation différentielle (1) : nous le désignerons par G.

» On peut établir, à l'égard de ce groupe, la proposition suivante, qui est l'analogue du théorème fondamental de Galois dans la théorie des équations algébriques :

» *Toute fonction rationnelle de x et de $y_1, y_2, \ldots, y_m$, ainsi que de leurs dérivées, s'exprimant rationnellement en fonction de x reste invariable quand on effectue sur $y_1, y_2, \ldots, y_m$ les substitutions du groupe* G.

» Considérons, en effet, une telle fonction, en y remplaçant $y_1, y_2, \ldots, y_m$ par leur valeur en fonction de V et égalant à une fonction rationnelle; on aura

$$F\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right) = R(x),$$

F et R étant rationnelles, et cette équation devra coïncider avec l'équation (4), à cause de l'irréductibilité de cette dernière, d'où l'on conclut le théorème énoncé.

» A ce théorème il faut joindre sa réciproque, que nous ne ferons qu'énoncer :

» *Toute fonction rationnelle de x et de $y_1, y_2, \ldots, y_m$, ainsi que de leurs dérivées, qui reste invariable par les substitutions du groupe* G *est une fonction rationnelle de x.*

» Une question se pose maintenant : celle de la recherche des groupes

de transformations linéaires algébriques, c'est-à-dire dont les coefficients sont fonctions algébriques d'un certain nombre de paramètres arbitraires; c'est une question sur laquelle je me réserve de revenir, en prenant pour point de départ les résultats généraux sur les groupes de transformations donnés par M. Lie dans le beau Mémoire dont j'ai parlé plus haut.

» Donnons, en terminant, un exemple bien simple. Soit l'équation

$$(x - x^2)\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{x}{2}\frac{dy}{dx} + \alpha^2 y = 0,$$

où α est une constante, équation qui est un cas particulier de l'équation de Gauss. Son groupe de transformations sera donné par les équations

$$Y_1 = \lambda y_1 + \sqrt{1 - \lambda^2}\, y_2,$$
$$Y_2 = \sqrt{1 - \lambda^2}\, y_1 - \lambda y_2,$$

où λ est un paramètre arbitraire, et pour deux intégrales convenables y_1 et y_2 et toutes celles qui s'en déduisent par ces substitutions, on a

$$y_1^2 + y_2^2 = 1. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions à espaces lacunaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note récente, M. Goursat, généralisant un résultat de M. Picard, a montré qu'une fonction uniforme admettant n coupures *séparées* peut être regardée comme la somme de n fonctions, admettant chacune une seule coupure. Le théorème que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie est analogue à celui de M. Goursat. Ce qui lui donne peut-être quelque intérêt, c'est qu'il jette une certaine lumière sur le mode d'existence des fonctions à espaces lacunaires.

» Considérons le plan des x comme divisé en deux parties par l'axe des quantités réelles. Soit $f(x)$ une fonction n'existant que dans la partie supérieure et étant partout holomorphe dans cette partie; soit $f_1(x)$ une fonction n'existant que dans la partie inférieure et étant partout holomorphe dans cette partie. La moitié inférieure du plan est pour $f(x)$, la moitié supérieure pour $f_1(x)$, un espace lacunaire. Je dis que je pourrai trouver deux fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ jouissant des propriétés suivantes : elles existeront dans tout le plan; la somme $\varphi + \psi$ sera égale à f dans la moitié supérieure du plan et à f_1 dans la moitié inférieure. La fonction φ admettra

pour coupure le segment $(-1, +1)$ et la fonction ψ admettra les deux coupures $(-\infty, -1)$ et $(+1, +\infty)$.

» En effet, désignons par la notation $F(x)$ une fonction qui sera égale à f dans la partie supérieure du plan et à f_1 dans la partie inférieure. Décrivons sur le segment $(-1, +1)$ comme diamètre une circonférence C qui aura pour centre l'origine et pour rayon l'unité. On démontre aisément qu'on peut toujours trouver deux fonctions entières $G(x)$ et $G'(x)$ telles que

$$F(x)\,\theta(x) = F(x)\left[e^{G\left(\frac{1}{x-1}\right)+G'\left(\frac{1}{x+1}\right)}\right]$$

tende vers o quand x tend vers -1 ou vers $+1$ *en suivant la circonférence* C.

» Cela posé, si l'on pose $x = \rho e^{i\omega}$ et qu'on fasse $\rho = 1$, $F(x)\,\theta(x)$ sera une fonction de ω développable par la formule de Fourier, de sorte que

$$F(x)\,\theta(x) = \Sigma c_m \cos m\omega + \Sigma d_m \sin m\omega,$$

ou bien, en supposant toujours $\rho = 1$,

$$F(x)\,\theta(x) = \Sigma a_m x^{-m} + \Sigma b_m x^m;$$

posons

$$\varphi(x)\,\theta(x) = \Sigma a_m x^{-m}, \quad \psi(x)\,\theta(x) = \Sigma b_m x^m.$$

» Ces développements ne définissent la fonction φ qu'à l'extérieur et la fonction ψ qu'à l'intérieur du cercle C. Mais il est aisé de définir ces fonctions pour toute l'étendue du plan, à l'exception de leurs coupures respectives. Soit, par exemple, à définir la fonction $\varphi(x)$ pour un point x situé dans la moitié supérieure du plan. Soit AMB un arc du cercle C situé tout entier dans la moitié supérieure. Soit BNA ce qui reste de C quand on en a enlevé cet arc AMB. Soit APC un arc de courbe ne coupant pas l'axe des quantités réelles et laissant le point x en dehors; on définira $\varphi(x)$ de la façon suivante : on posera

$$2i\pi\varphi(x)\,\theta(x) = \int \frac{F(z)\,\theta(z)\,dz}{z-x},$$

l'intégrale étant prise le long du contour APBNA. On posera ensuite

$$\psi(x) = F(x) - \varphi(x)$$

et les fonctions φ et ψ ainsi définies satisferont aux conditions énoncées.

» Il est clair d'ailleurs que ce qui précède s'applique au cas où la fonc-

tion $f(x)$, au lieu d'être limitée par l'axe des quantités réelles, admettrait un espace lacunaire quelconque.

» Voici le point sur lequel je désirerais attirer l'attention. On pourrait croire qu'il existe une fonction $f_1(x)$ qui serait le prolongement naturel de $f(x)$ dans la moitié inférieure du plan, de telle sorte que, si deux fonctions φ et ψ existant dans tout le plan ont pour somme f dans la moitié supérieure, elles devront avoir pour somme f_1 dans la moitié inférieure. Il n'en est rien; je puis choisir tout à fait arbitrairement les deux fonctions f et f_1; de sorte que f n'a pas à proprement parler de *prolongement naturel* au delà de l'axe des quantités réelles. C'est le résultat auquel conduisait déjà l'étude des développements infinis.

» On pourrait se demander ce qui arriverait si l'axe des quantités réelles était pour f et pour f_1 une limite artificielle et non une *limite naturelle*, si, par exemple, on prenait $f = 1$ et $f_1 = 0$. Les coupures des fonctions φ et ψ seraient alors aussi des *coupures artificielles* et, si l'on voulait les prolonger au delà de ces coupures par la série de Taylor, elles cesseraient d'être uniformes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation du théorème de Fermat.* Note de M. **Picquet**, présentée par M. Hermite.

« On sait que les $3m$ points d'intersection d'une cubique plane avec une courbe du degré m ne sont pas arbitraires. Bien qu'il faille plus de $3m$ points pour déterminer une courbe du degré m, on n'en peut prendre arbitrairement sur une cubique plus de $3m - 1$, au moyen desquels le dernier se trouve complètement déterminé. Lorsqu'on exprime, suivant l'une des méthodes connues, les coordonnées d'un point variable de la courbe en fonction doublement périodique d'un argument, cette propriété se traduit par une relation entre les arguments des $3m$ points d'intersection : Clebsch a fait voir que leur somme est constante; et si l'on emploie, par exemple, la méthode de M. Hermite, la constante est égale à m fois la somme des infinis de x et y. On peut donc supposer que la courbe C_m ait en un point donné $3m - 1$ points consécutifs confondus sur la cubique : elle n'est pas déterminée; mais, quelle qu'elle soit, elle rencontre la cubique en un dernier point qui est fixe. Si l'on opère sur ce point comme sur le premier, et ainsi de suite, on obtiendra une espèce particulière de polygones curvilignes, fermés si le premier sommet est convenablement choisi, dont les côtés sont indéterminés, mais dont les sommets sont parfaitement déterminés; qui sont à

la fois inscrits et circonscrits à la cubique, circonscrits par des contacts d'ordre $3m-2$. Le nombre total des sommets des polygones de n côtés répondant à la question se calcule aisément à l'aide de la représentation elliptique des points de la courbe; il est égal à $[(3m-1)^n-(-1)^n]^2$.

» Mais il renferme des solutions étrangères provenant de tous les polygones dont le nombre des côtés est un diviseur quelconque de n. Dans le dénombrement de ces solutions intervient une fonction arithmétique, très curieuse, dont la définition est la suivante. Soient x et n deux entiers quelconques, soient $a, b, c, \ldots, l$ les facteurs premiers de n; cette fonction est

$$\Sigma_n(x) \equiv x^n - \Sigma x^{\frac{n}{a}} + \Sigma x^{\frac{n}{ab}} - \Sigma x^{\frac{n}{abc}} + \ldots \pm x^{\frac{n}{abc\ldots l}},$$

où les signes Σ qui figurent dans le second membre s'appliquent respectivement à tous les exposants dans les dénominateurs desquels les facteurs premiers de n figurent en même nombre. Si n est premier, on a

$$\Sigma_n(x) \equiv x^n - x \equiv x(x^{n-1}-1):$$

c'est la fonction de Fermat, qui est toujours divisible par n.

» Cela posé, on trouve pour le nombre propre des sommets des polygones $[m, n]$ l'expression

$$\Sigma_n[(3m-1)^2] - 2\Sigma_n(1-3m),$$

qui est divisible par n, le quotient devant être le nombre même des polygones. Mais on peut obtenir un résultat en même temps plus simple et plus général par l'étude de ceux de ces polygones pour lesquels l'argument des sommets a sa partie réelle ou sa partie imaginaire constante. On peut, par exemple, comme l'a fait Klein ([1]), imaginer dans le plan deux systèmes de courbes, les *courbes méridiennes* et les courbes de *latitude*, le long desquelles la partie réelle, pour les premières, la partie imaginaire de l'argument pour les autres, est constante. On trouve alors que *le nombre des courbes de chaque système sur lesquelles sont répartis les sommets des polygones $[m, n]$ est égal à $(3m-1)^n-(-1)^n$; qu'en général un polygone change de courbe d'un sommet à l'autre et n'a jamais deux sommets sur la même courbe; que le contraire a lieu pour les courbes dont le rang est un multiple de*

$$\frac{1}{3m}[(3m-1)^n-(-1)^n],$$

([1]) *Ueber eine neue Art der Riemann'schen Flachen* (*Math. Ann.*, t. VII, p. 558).

sur lesquelles sont répartis les points de coïncidence x_m (¹), *et en outre un nombre de sommets égal à* $\Sigma_n(3m-1)$; *qu'enfin parmi ces dernières se trouvent, comme courbes de latitude, la branche à inflexions de la cubique, et, si m est pair, l'ovale, lorsqu'il existe,* d'où l'on conclut que $\Sigma_n(3m-1)$ *est divisible par n,* quels que soient les entiers m et n, et que *le quotient est le nombre des polygones à sommets réels situés sur la branche à inflexions, tandis qu'il y en a autant sur l'ovale, lorsqu'il existe et que m est pair.*

» Ainsi l'expression $\Sigma_n(3m-1)$ est divisible par n. Nous avions énoncé ce théorème au Congrès de Montpellier, dans le cas très particulier où $m=1$. M. Sylvester, qui n'a pu en avoir connaissance, puisque la Communication n'a figuré aux comptes rendus du Congrès que par son titre, l'a reproduite dans un très intéressant Mémoire (²) et dans le même cas particulier. Il y a ajouté un commentaire que nous ne pouvons nous dispenser de reproduire, non seulement à propos de la généralisation que nous venons d'indiquer, mais à propos de celle qui va suivre; il a dit que cet exemple de l'intervention de la Géométrie pure dans la théorie des nombres est sans précédent dans l'histoire des Mathématiques.

» On peut étendre le théorème au cas d'un entier quelconque x, qui soit ou non de la forme $3m-1$. Il suffit pour cela de s'appuyer sur quelques propriétés, presque évidentes, de la fonction arithmétique $\Sigma_n(x)$, qui sont les suivantes :

» 1° Si l'on désigne par ν, x et α trois entiers quelconques et par a un nombre premier, on a

$$\Sigma_{\nu a^\alpha}(x) = \Sigma_\nu(x^{a^\alpha}) - \Sigma_\nu(x^{a^{\alpha-1}}).$$

» 2° Si n ne renferme qu'un facteur premier, on a, par définition,

$$\Sigma_n(x) = x^{\frac{n}{a}}\left[x^{n\left(1-\frac{1}{a}\right)} - 1\right].$$

» 3° Ces deux propriétés caractérisent la fonction.

» 4° $\Sigma_n(x) - \Sigma_n(y)$ est divisible par $x-y$.

» D'après cela, supposons l'entier x de la forme $3m+1$. Alors, si n est de la forme $3m-1$, l'expression $\Sigma_n(x+2n) - \Sigma_n(x)$ est divisible par $2n$.

(¹) M. Halphen a donné le nom de *points de coïncidence* x_m sur une cubique à ceux suivant lesquels, exceptionnellement, il existe une courbe du degré m dont les $3m$ points d'intersection avec la cubique sont confondus.

(²) *On certain ternary cubic-form equations* (*Am. J. of Math.*, t. II, p. 357, et t. III, p. 58).

Mais $x + 2n$ est de la forme $3m - 1$; $\Sigma_n(x+2n)$ est donc divisible par n, et, par suite, $\Sigma_n(x)$. Si n est de la forme $3m+1$, on arrivera au même résultat au moyen de la différence $\Sigma_n(x+n) - \Sigma_n(x)$.

» Si x est multiple de 3, on considérera la seconde différence lorsque n sera de la forme $3m - 1$, et la première si n est de la forme $3m + 1$.

» Enfin, si n est multiple de 3, on posera $n = 3^\alpha \nu$, ν étant premier avec 3, d'où

$$\Sigma_{3^\alpha \nu}(x) = \Sigma_\nu(x^{3^\alpha}) - \Sigma_\nu(x^{3^{\alpha-1}}),$$

ce qui prouve que $\Sigma_n(x)$ est divisible par ν, puisque ν n'est pas multiple de 3. De plus, la différence qui est au second membre est divisible par

$$x^{3^\alpha} - x^{3^{\alpha-1}} \equiv x^{3^{\alpha-1}}(x^{2.3^{\alpha-1}} - 1) \equiv x^{3^{\alpha-1}}(x^{3^{\alpha-1}} - 1)(x^{3^{\alpha-1}} + 1),$$

d'où l'on conclut qu'elle est toujours divisible par 3^α; à cause du premier facteur, si x est multiple de 3; à cause du second, si x est de la forme $3m+1$. On a donc, en tout cas, ce théorème, qui généralise celui de Fermat.

» *L'expression*

$$\Sigma_n(x) \equiv x^n - \Sigma x^{\frac{n}{a}} + \Sigma x^{\frac{n}{ab}} - \ldots \pm x^{\frac{n}{ab\ldots l}},$$

où a, b, ..., l sont les facteurs premiers de n, est divisible par n, quels que soient les entiers n et x. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combinaison des glycolates et la loi des constantes thermiques de substitution.* Note de M. **D. Tommasi.**

« La Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (¹) sur la chaleur de combinaison des glycolates avait uniquement pour objet de montrer, par un nouvel exemple, l'exactitude et la généralité de la loi que j'ai énoncée sur les constantes thermiques de substitution. Je n'ai jamais eu la pensée de diminuer en aucune façon le mérite des recherches expérimentales de M. de Forcrand (²), et encore moins de me les approprier.

» On a prétendu que cette loi était déjà connue; mais, si elle était connue, pourquoi ne figure-t-elle dans aucun Ouvrage de Chimie ou de Physique? M. Berthelot n'en mentionne pas l'existence dans son traité de *Mé-*

(¹) *Comptes rendus,* séance du 19 mars 1883.

(²) *Ibid.,* séance du 26 mars 1883.

canique chimique; elle n'a d'ailleurs jamais servi à contrôler ni à prévoir une donnée thermique.

» Si la loi que j'ai énoncée était inconnue, je ne comprends pas que la priorité de sa découverte puisse m'être contestée.

» M. de Forcrand pense que les résultats qu'il a obtenus « n'étaient nullement prévus et calculables *a priori* ». Il est cependant indiscutable que j'ai prévu et *calculé* d'avance les résultats auxquels il est parvenu. J'ai d'ailleurs fourni un moyen simple de soumettre à une nouvelle épreuve l'exactitude de la loi, en donnant *a priori* la chaleur de combinaison d'un certain nombre de glycolates. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie les résultats obtenus par M. Wroblewski sur l'oxygène et l'azote, qu'il est parvenu à liquéfier, en faisant usage des excellents appareils et des méthodes délicates mis à la disposition des chimistes par notre éminent Correspondant M. Cailletet.

La liquéfaction de l'oxygène, annoncée simultanément par MM. Cailletet et Raoul Pictet, fit événement, et, parmi nos Confrères, beaucoup ont pu voir à cette époque, à l'École Normale, M. Cailletet procéder, d'une manière qu'il est permis d'appeler élégante, à la conversion de l'oxygène gazeux en gouttelettes liquides, sous l'influence d'une pression considérable et d'un grand refroidissement. L'existence de ces gouttelettes était passagère. M. Wroblewsky, après avoir assisté aux expériences de M. Cailletet et s'être familiarisé avec le maniement de ses appareils, ayant introduit dans leur emploi une modification heureuse, a pu obtenir l'oxygène sous forme d'un liquide permanent, comme on va le voir dans les documents suivants. On pourra donc en étudier les propriétés sous cette forme.

CHIMIE. — *Sur la liquéfaction de l'oxygène et de l'azote, et sur la solidification du sulfure de carbone et de l'alcool.* Note de MM. **S. Wroblewski** et **K. Olszewski**, présentée par M. Debray.

La dépêche suivante a été adressée en premier lieu par M. Wroblewski à M. Debray le 9 avril :

« Oxygène liquéfié, complètement liquide, incolore comme l'acide carbonique. Vous recevrez une Note dans quelques jours. »

M. Debray donne lecture de la Note qu'il a reçue depuis :

« Les beaux travaux de MM. Cailletet et Raoul Pictet sur la liquéfaction des gaz ont permis d'espérer qu'un jour on arriverait à pouvoir observer l'oxygène réduit à l'état liquide dans un tube de verre, ainsi que cela se fait à présent pour l'acide carbonique. La condition était seulement d'obtenir une température suffisamment basse. M. Cailletet, dans une Note publiée il y a un an (¹), a recommandé l'éthylène liquéfié comme un moyen pour obtenir un froid très intense. Ce liquide, *sous la pression d'une atmosphère,* bout à —105°C., si l'on mesure la température avec un thermomètre à sulfure de carbone. Ayant comprimé l'oxygène dans un tube peu capillaire et refroidi dans ce liquide à —105°C., M. Cailletet a observé au moment de la détente « une ébullition tumultueuse qui persiste pendant un » temps appréciable et ressemble à la projection d'un liquide dans la par» tie du tube refroidie. Cette ébullition se forme à une certaine distance » du fond du tube. Je n'ai pu reconnaître, ajoute M. Cailletet, si ce liquide » préexiste ou s'il se forme au moment de la détente, car je n'ai pu voir » encore le plan de séparation du gaz et du liquide. »

» Ayant profité d'un appareil nouveau, construit par l'un de nous (²) et qui permet de mettre des quantités de gaz relativement considérables sous des pressions de quelques centaines d'atmosphères, nous nous sommes proposé d'étudier les températures que présentent les gaz pendant la détente. Ces expériences nous ont menés bientôt à la découverte d'une température à laquelle le sulfure de carbone et l'alcool se laissent geler, et à laquelle l'oxygène se liquéfie complètement avec une très grande facilité.

» *On obtient cette température en laissant bouillir l'éthylène dans le vide.* La température dépendant du degré du vide obtenu, le minimum que nous avons pu obtenir jusqu'à présent est — 136°C. Nous avons déterminé cette température, comme toutes les autres, avec un thermomètre à hydrogène.

» La température critique de l'oxygène est plus basse que celle à laquelle bout l'éthylène sous la pression atmosphérique. Cette dernière n'est pas —105°C., comme on l'a admis jusqu'à présent, mais elle se trouve entre —102°C. et —103°C., comme nous l'avons trouvé avec nos thermomètres.

(¹) Voir *Comptes rendus,* t. XCIV, p. 1224-1226.

(²) M. Wroblewski.

» D'une série d'expériences, que nous avons exécutées le 9 avril, nous donnons comme exemple les nombres suivants :

Température.	Pression en atmosphères sous laquelle l'oxygène a commencé à se liquéfier.
−131°,6	26,5
−133,4	24,8
−135,8	22,5

» En publiant ces nombres, nous nous réservons, pour une Note prochaine, la communication de nombres définitifs.

» L'oxygène liquide est incolore et transparent comme l'acide carbonique. Il est très mobile et forme un ménisque très net.

» Quant au sulfure de carbone, il gèle vers −116°C. et fond vers −110°C. L'alcool devient visqueux comme l'huile vers −129°C. et, se solidifiant vers −130°,5C., il devient un corps blanc [1]. »

Le 16 avril, une nouvelle dépêche a été adressée par M. Wroblewski :

« Azote refroidi, liquéfié par détente. Ménisque visible, liquide incolore. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Recherches sur les phosphates.* Note de MM. P. Hautefeuille et J. Margottet, présentée par M. Debray.

« Nous avons établi, dans une précédente Communication, que l'acide métaphosphorique fondu, en réagissant sur les phosphates ou sur les oxydes amorphes, donne des sels cristallisés dans lesquels les quantités d'oxygène contenues dans l'oxyde et dans l'acide sont entre elles comme 1 : 5. Ce rapport caractérise les métaphosphates.

» Il nous reste à faire connaître les dissolvants que l'on peut employer pour obtenir, à l'état cristallisé, les autres phosphates moins riches en acide phosphorique que les précédents.

» En traitant les métaphosphates par l'acide métaphosphorique fondu, additionné d'une quantité progressivement croissante de phosphate tribasique d'argent, on peut obtenir en très beaux cristaux, non seulement les pyrophosphates et les orthophosphates, mais encore des phosphates intermédiaires.

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de M. Wroblewski, à Cracovie.

» Quand on applique cette méthode à l'étude des phosphates de sesquioxyde, on obtient en outre des sels doubles contenant simultanément un sesquioxyde et de l'oxyde d'argent, mais dans lesquels cette dernière base peut être facilement remplacée par une base alcaline. Ces composés seront ultérieurement l'objet d'une étude complète ; nous ne mentionnerons aujourd'hui que les types

$$2M^2O^3, AgO, 4PhO^5 \quad \text{et} \quad 2M^2O^3, 2AgO, 5PhO^5,$$

dont la production accompagne presque toujours celle des phosphates simples.

» L'alumine nous a déjà fourni presque tous les types que nous venons d'énumérer.

» Nous avons annoncé que le métaphosphate d'alumine $Al^2O^2, 3PhO^5$ cristallise dans l'acide métaphosphorique fondu additionné d'une petite quantité de phosphate tribasique d'argent, et que les cristaux pseudo-cubiques ainsi obtenus sont exempts d'argent.

» Mais, si le phosphate tribasique d'argent se trouve en proportion un peu notable dans le bain en fusion, on obtient, avec le métaphosphate d'alumine, des cristaux biréfringents ayant une action très vive sur la lumière polarisée. Ces derniers se forment, à l'exclusion de ceux de métaphosphate, lorsqu'on ajoute 2 parties d'alumine dans un bain formé de 4,6 parties d'acide métaphosphorique et de 8 parties de phosphate tribasique d'argent. On arrive encore au même résultat en traitant directement les cristaux de métaphosphate d'alumine par trois fois environ leur poids de phosphate tribasique d'argent; ce dernier composé s'enrichit en acide phosphorique aux dépens du sel d'alumine, et l'on se trouve dans les mêmes conditions que précédemment.

» Les cristaux ainsi obtenus sont incolores, d'une transparence parfaite, et dérivent d'un prisme orthorhombique; leur composition répond à la formule $2Al^2O^3, AgO, 4PhO^5$.

» Ce phosphate double est une des plus belles matières qu'on puisse obtenir par la voie sèche. Sa cristallisation rapide est la conséquence de son peu de stabilité dans le mélange fondu.

» En effet, un léger excès d'acide métaphosphorique donne naissance à des cristaux clinorhombiques de pyrophosphate d'alumine, $Al^2O^3, 2PhO^5$, exempts d'argent; tandis qu'un excès de phosphate tribasique d'argent transforme les cristaux primitifs, ou ceux de pyrophosphate, en octaèdres

aigus qui semblent dériver d'un prisme clinorhombique, et qui répondent à la formule $2Al^2O^3, 3PhO^5$.

» Il s'en faut de beaucoup que la liste des phosphates que l'on peut obtenir par cette méthode soit complète; mais nous pensons que les exemples rapportés ci-dessus suffisent pour démontrer que l'action progressive du phosphate d'argent sur le métaphosphate d'alumine peut donner successivement tous les autres phosphates d'alumine, ainsi que les phosphates doubles d'alumine et d'argent. Tous les composés que nous avons obtenus ont d'ailleurs des formes cristallines tellement nettes que l'examen au microscope suffit seul pour les caractériser.

» Les sesquioxydes de fer et de chrome, ainsi que leurs phosphates amorphes, donnent également de nombreux phosphates cristallisés lorsqu'on les traite par des mélanges convenables d'acide métaphosphorique et de phosphate d'argent; nous ne parlerons ici que des sels doubles ayant pour formule $2AgO, 2M^2O^3, 5PhO^5$.

» Le phosphate double de fer et d'argent s'obtient en beaux cristaux orthorhombiques, très réfringents et légèrement rosés.

» Le sel de chrome correspondant est en cristaux vert émeraude foncé, dérivant d'un prisme clinorhombique et maclés à la façon du sphène.

» Le phosphate de sesquioxyde d'urane jouit aussi de la propriété de donner des combinaisons très bien cristallisées avec le phosphate d'argent et les phosphates des bases monoxydes. Dans une prochaine Communication, nous les comparerons, au double point de vue de la composition et des formes, avec les minéraux qui contiennent de l'acide phosphorique et de l'urane. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la hausmannite artificielle*. Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« L'oxyde rouge de manganèse a été obtenu cristallisé à l'aide de procédés différents, indiqués par MM. Daubrée, Debray, H. Deville, Kuhlmann et Bourgeois, mais on ne l'a pas encore obtenu sous forme de cristaux susceptibles d'une mesure exacte dont on pût conclure leur identité avec la hausmannite.

» L'objet de cette Note est de faire connaître un moyen très simple de reproduire artificiellement cet oxyde naturel avec des dimensions qui permettent aisément un examen cristallographique complet.

» Le procédé employé consiste à maintenir le chlorure de manganèse

fondu pendant plusieurs heures au sein d'une atmosphère oxydante chargée de vapeur d'eau.

» Pour réaliser ces conditions, on place un creuset de porcelaine ([1]) haut de $0^m,03$ environ, contenant le tiers de son volume de chlorure anhydre, dans un autre creuset haut de $0^m,05$ et recouvert d'une lame de platine, dont les bords à demi rabattus dépassent de quelques millimètres le grand creuset, et qui ne repose sur lui que par quelques points.

» Le tout est chauffé au-dessus d'un bec Bunsen ouvert de telle sorte que le chlorure soit maintenu au rouge-cerise et que les gaz qui pénètrent dans l'intérieur de l'appareil ne soient pas réducteurs.

» Il faut éviter une température trop basse, parce que l'oxyde rouge pourrait être mélangé de sesquioxyde ou d'oxychlorure; une température trop élevée, en provoquant un dégagement abondant de vapeurs de chlorure, apporterait ainsi un obstacle à l'entrée des gaz extérieurs, qui sont les agents actifs dans ce procédé.

» Pendant toute la durée de l'expérience, il se dégage de l'acide chlorhydrique, mêlé peut-être de chlore en petite quantité, et il se dépose sur les parois intérieure et extérieure du petit creuset une abondante cristallisation, composée d'octaèdres opaques et doués d'un vif éclat métallique.

» Les cristaux sont d'autant plus gros que l'on a prolongé davantage l'opération, en prenant soin de rajouter de temps en temps du chlorure, afin de remplacer celui qui a été sublimé ou décomposé.

» Une bonne préparation demande au moins cinq à six heures et ne doit être arrêtée, après la dernière addition de chlorure, qu'au moment où le dégagement d'acide chlorhydrique a presque cessé.

» L'oxyde rouge, débarrassé des parties légères à l'aide de quelques décantations rapides, est lavé à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne lui cède plus de chlorure et séché au delà de 100°.

» Ainsi préparé, le produit obtenu présente tous les caractères de la hausmannite : soumis à l'action d'une forte chaleur, il ne change pas de poids, quand il a été préparé dans un creuset de platine; sa densité 4,80, prise sur des grains à peu près uniformes, sa dureté 5,5, ainsi que la couleur de sa poussière, sont exactement les mêmes que celles de l'oxyde naturel; enfin cette identité est confirmée par la forme des cristaux.

([1]) Avec les creusets de platine les cristaux sont plus petits, mais purs; ceux que l'on trouve sur la paroi externe des creusets de porcelaine atteignent parfois $0^{mm},5$, mais ils contiennent un peu de silice.

» M. Emile Bertrand, qui a bien voulu se charger de leur examen, a constaté qu'ils dérivaient du prisme droit à base carrée, comme la hausmannite; qu'ils se présentent sous la forme d'octaèdres aigus b^1 surmontés de l'octaèdre obtus b^3, combinaison habituelle à l'oxyde naturel, enfin que les angles des produits artificiel et naturel sont absolument égaux.

» La présence simultanée des chlorures de potassium, de sodium, de calcium et de baryum ne modifient en rien les réactions qui se passent dans le creuset de platine, nécessaire dans cette expérience : les cristaux sont seulement plus petits, mais ils ne retiennent pas une quantité notable des bases ajoutées.

» Je me suis assuré, par différentes épreuves auxquelles j'ai soumis le chlorure de manganèse, que la formation de l'oxyde rouge résultait de l'action combinée, sur ce sel, de la chaleur, de l'air et de la vapeur d'eau.

» Le chlorure, en effet, maintenu en fusion dans un courant de gaz inerte, d'acide carbonique, n'éprouve sous la seule action de la chaleur aucune altération; lorsque ce gaz est humide, le sel est bien décomposé avec dégagement d'acide chlorhydrique, mais les produits fixes formés sont du protoxyde vert en partie amorphe, en partie cristallisé, et de l'oxychlorure manganeux; l'air sec, dans les mêmes conditions, n'agit que difficilement sur le chlorure, avec production d'oxyde octaédrique brillant et de chlore; ce n'est enfin que par l'emploi d'un courant d'air chargé de vapeur d'eau que l'on voit, ainsi que dans le mode de préparation de la hausmannite artificielle, les cristaux se produire facilement; il sort de l'appareil un mélange d'acide et de chlore.

» Le chlorure de cobalt calciné au-dessus du bec Bunsen, comme le sel de manganèse, donne naissance à de très beaux cristaux dont l'étude fera l'objet d'une prochaine publication. »

CHIMIE. — *Sur le chlorure de pyrosulfuryle.* Note de M. D. KONOVALOFF, présentée par M. Wurtz.

« Les deux Notes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie concernant les propriétés du chlorure de pyrosulfuryle concernaient un produit obtenu par l'action du chlorure de carbone sur l'anhydride sulfurique. Dans la présente Note, je traiterai des autres procédés d'obtention du chlorure de pyrosulfuryle.

» I. *Action de l'anhydride phosphorique sur le chlorhydrate sulfurique.* — 50^{gr} de chlorhydrate sulfurique ont été mélangés avec une quantité presque

égale d'anhydride phosphorique et chauffés pendant quelques heures au bain-marie. La distillation fractionnée du liquide obtenu a donné une fraction présentant la température d'ébullition constante de 139°,3 (à peu près les deux tiers du liquide total), le reste bouillant entre 139° et 151°. La dernière fraction contenait une quantité considérable de chlorhydrate sulfurique non attaqué, facile à reconnaître par son action sur l'eau. La détermination de la densité de vapeur, exécutée par la méthode de M. V. Meyer, de cette dernière fraction, a donné le nombre 3,7 à 210°. La première fraction, bouillant à 139°,3, décomposée par l'eau et neutralisée dans un essai acidimétrique avec de la baryte (la phénolphtaléine étant l'agent indicateur) a donné les résultats suivants :

Poids de la substance employée............. 0gr,291

	Essais acidimétriques.	Théorie. $S^2O^5Cl^2$.	SO^3HCl.
BaO........	0gr,615	0,622	0,574

» Cette quantité de sulfate de baryum correspond à 29,3 pour 100 de soufre. La théorie exige, pour $S^2O^5Cl^2$, 29,77 pour 100 et pour SO^3HCl, 27,46.

» D'après sa température d'ébullition et sa densité de vapeur (4,6, 4,7 à 210°), cette fraction est identique avec celle que j'ai obtenue dans mes expériences antérieures (*Comptes rendus*, p. 1284; 1882) en traitant le chlorure de pyrosulfuryle pur avec une petite quantité d'eau; elle représente un mélange de chlorure de pyrosulfuryle et de chlorhydrate sulfurique possédant une température minima d'ébullition, et par conséquent indécomposable par la distillation. D'après sa densité de vapeur, ce mélange contient 2 parties du chlorhydrate sulfurique et 7,4 parties du chlorure de pyrosulfuryle, car $\frac{7,4+2}{2} = 4,7$, ce qui répond à 29,3 pour 100 de soufre.

» En distillant ce produit avec une grande quantité d'anhydride phosphorique, on voit que la température d'ébullition s'élève progressivement et atteint 153°, point d'ébullition du chlorure de pyrosulfuryle pur. Environ un tiers du liquide distillait à cette température. La densité de vapeur de la fraction distillant entre 140 à 152° fut trouvée 5,73 (à 210°) et de la partie bouillant entre 152 et 153°, 7,1 (à 210°). On voit que l'anhydride phosphorique et le chlorhydrate sulfurique donnent le chlorure de pyrosulfuryle avec la même température d'ébullition à 153° et avec la densité de vapeur normale.

» II. *Action de l'anhydride sulfurique sur le chlorure de soufre.* — Il est difficile de décomposer totalement le chlorhydrate sulfurique par l'anhydride phosphorique et il est plus avantageux, pour la préparation du chlorure de pyrosulfuryle, d'employer les substances parfaitement anhydres.

» On a chauffé 200^{gr} d'anhydride sulfurique et 55^{gr} de chlorure de soufre [1] dans une cornue et, le dégagement de l'anhydride sulfureux fini, on procéda à la distillation avec un déflegmateur. Les produits obtenus ont été les suivants :

» 1° Au-dessous de 110°;

» 2° De 110° à 146° ($\frac{1}{6}$ du liquide total);

» 3° De 146° à 150° ($\frac{1}{4}$ du liquide total);

» 4° De 150° à 152°,5 (0,4 du liquide total).

» Après la deuxième distillation des fractions 2°, 3° et 4°, on a obtenu les produits :

» 1° De 80° à 143° (15^{gr}, à moitié cristallisé, contenant beaucoup d'anhydride sulfurique);

» 2° De 143° à 150° ($3^{gr},4$);

» 3° De 150° à 152° (5^{gr});

» 4° De 152° à 153° (51^{gr}).

» Le dernier produit, distillé encore une fois, donna pour la densité de vapeur le chiffre 7,2 (à 210°), ce qui répond au chlorure de pyrosulfuryle presque pur. On n'obtient aucune substance bouillant à 140° comme le veut M. Ogier ou, comme le disent MM. Heumann, Köchlin et Billitz [2], une substance bouillant de 145° à 147°.

» Je prie l'Académie de vouloir bien m'excuser de l'avoir entretenue si longtemps d'un sujet qui présente par lui-même un médiocre intérêt, mais qui touche à une démonstration fort importante, celle de la généralité de la loi d'Avogadro. »

---

(1) La formule

$$S^2Cl^2 + 5SO^3 = 5SO^2 + S^2O^5Cl^2$$

demande 163 de SO^3 pour 55 du chlorure de soufre.

(2) *Berliner Berichte*, t. XVI, p. 479.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la différence d'aptitude réactionnelle des corps halogènes dans les éthers haloïdes mixtes.* (Seconde Partie.) Note de M. **L. Henry** [1].

« On a étudié, dans la précédente Note, l'action de divers réactifs sur le chlorobromure éthylénique. La présente Communication a pour objet le chloro-iodure et le bromo-iodure d'éthylène, qui ont été soumis aux mêmes épreuves avec le chlorobromure, au sein de l'alcool.

» Deuxième système. — *Chloro-iodure d'éthylène* $CH^2Cl - CH^2I$.

» 1° *Azotate d'argent.* — La réaction se passe comme avec le chlorobromure et présente les mêmes phases successives, mais elle est plus aisée et plus rapide. Le résultat en est du chloro-azotate d'éthylène presque exclusivement, et tout d'abord de l'iodonitrate d'argent $Ag^2.I.NO^3$; celui-ci se forme dès la température ordinaire au sein du liquide alcoolique et se convertit, lorsqu'on chauffe longtemps, en iodure d'argent *pur*, terme final de l'opération.

» Les propriétés de l'iodo-azotate d'argent, ainsi obtenu, sont analogues à celles du produit bromé correspondant.

» 2° *Acétate d'argent.* — Molécules égales de chacun des produits; on chauffe au bain d'eau; réaction lente, formation, comme précédemment, de chloro-acétate éthylénique, bouillant à 145°, et d'iodure argentique.

» *Réactifs alcalins.* — Le chloro-iodure d'éthylène réagit sur les composés à métal alcalin moins simplement et moins nettement que le chlorobromure; la réaction commence, à la vérité, par l'iode, avec formation d'iodure alcalin, mais elle se complique après un long temps et quelquefois immédiatement de la séparation d'iode, par suite de la décomposition de l'iodure d'éthylène, lequel est lui-même le résultat de l'action du produit primitif $C^2H^4.ClI$ sur l'iodure alcalin précédemment formé. J'ai constaté par une expérience directe la facilité et la rapidité avec lesquelles le chloro-iodure d'éthylène réagit sur les iodures alcalins, l'iodure de sodium particulièrement, en présence de l'alcool, pour donner de l'iode qui brunit intensitivement la liqueur.

» L'action de la potasse caustique sur $C^2H^4.ClI$ est surtout instructive au point de la vue de la succession de ces actions diverses. La voici :

» 3° *Potasse caustique.* — J'ai fait agir une molécule de potasse caustique

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 9 avril.

pure sur une de chloro-iodure, le tout dissous dans l'alcool. La réaction ne s'accomplit qu'avec lenteur à froid; on l'active par un léger échauffement au bain d'eau; il se dégage du gaz éthylène chloré C^2H^3Cl, et il se dépose un sel insoluble, qui est de l'iodure potassique presque pur.

» Dans une autre opération, où j'ai laissé la réaction se prolonger et s'achever, la liqueur s'est fortement colorée en brun, et un abondant dépôt de sel s'est formé; celui-ci, débarrassé d'iode par un lavage à l'alcool, était un mélange de chlorure et d'iodure potassiques suivant le rapport $2KI + KCl$. Le rapprochement de ces faits démontre que la réaction initiale est déterminée par l'*iode*; le chlorure de potassium est un produit secondaire, résultat de l'action du chaînon $-CH^2Cl$ sur l'iodure potassique d'abord formé.

» On peut donc représenter par les équations suivantes les diverses phases de la réaction :

$$3\begin{matrix}CH^2Cl\\ |\\ CH^2I\end{matrix} + 3KOH = 3KI + 3\begin{matrix}CHCl\\ \|\\ CH^2\end{matrix} + 3H(OH),$$

$$\begin{matrix}CH^2Cl\\ |\\ CH^2I\end{matrix} + 3KI = 2KI + KCl + \begin{matrix}CH^2I\\ |\\ CH^2I\end{matrix},$$

$$\begin{matrix}CH^2I\\ |\\ CH^2I\end{matrix} = \begin{matrix}CH^2\\ \|\\ CH^2\end{matrix} I^2.$$

» D'après cela, la moitié de l'iode du chloro-iodure serait mise en liberté, et cette réaction secondaire se passerait dès que les trois quarts de la potasse caustique auraient réagi pour produire de l'iodure de potassium.

» 4° *Ethylate de sodium.* — Un atome de sodium dissous dans environ douze fois son poids d'alcool anhydre sur une molécule de chloro-iodure éthylénique. J'ai employé en une seule opération 75^{gr} de ce composé et 9^{gr} de sodium. La réaction commence après quelque temps; il se dégage régulièrement par un léger échauffement du gaz C^2H^3Cl; la liqueur, d'abord incolore, jaunit, puis à la fin brunit fortement; l'iodure de sodium étant soluble, ce n'est que vers la fin que l'on remarque un faible dépôt de chlorure sodique. J'ai constaté que le gaz qui se dégage est exempt d'acétylène, mais il est mélangé, ainsi que c'est à prévoir, d'une certaine quantité d'éthylène.

» 5° *Acide azotique.* — L'acide azotique réagit énergiquement sur le chloro-iodure d'éthylène : par un léger échauffement, l'iode est expulsé et

il se dégage abondamment des vapeurs rutilantes :

$$\begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH^2I \end{matrix} + HNO^3 = \begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH^2(NO^3) \end{matrix} + HI$$

$$2HI + HNO^3 = I^2 + HNO^2 + H^2O.$$

» Le chloronitrate d'éthylène, qui reste d'ailleurs dissous dans l'acide azotique, est oxydé à la longue et transformé en acide monochloro-acétique. Après la séparation mécanique de l'iode, on peut retirer celui-ci, à l'aide de l'éther, du liquide acide, étendu d'eau au préalable.

» Dans les réactions auxquelles j'ai soumis le chloro-iodure d'éthylène, l'iode est donc l'objet d'une *préférence absolue*, exclusive ou presque exclusive du moins dans la réaction initiale.

» Troisième système. — *Brome et iode.* — Le bromo-iodure d'éthylène CH^2Br-CH^2I est moins apte encore que le chloro-iodure à fournir des réactions nettement tranchées, notamment avec les réactifs alcalins; leur action, très aisée d'ailleurs, s'accompagne toujours de la mise en liberté d'une quantité *considérable d'iode;* il en doit être ainsi, le chaînon $-CH^2Br$ réagissant sur l'iodure alcalin, produit de la réaction primordiale, plus énergiquement encore que le chaînon $-CH^2Cl$.

» Voici d'ailleurs les faits :

» I. *Potasse caustique.* — Une molécule de potasse caustique sur une de bromo-iodure, l'un et l'autre dissous dans l'alcool. Un léger échauffement détermine une réaction vive; dégagement d'un gaz d'une odeur alliacée, lequel ne peut-être que de l'éthylène bromé C^2H^3Br, et en même temps précipitation abondante d'un sel alcalin qui était un mélange des deux sels KI et KBr; dans les rapports $(2KI + 3KBr)$ et $(3KI + 2KBr)$.

» La réaction continue à froid et, après quelques heures, la liqueur est devenue d'un brun foncé en même temps qu'il s'y est formé un abondant précipité, beaucoup plus riche en bromure potassique que celui formé tout d'abord.

» II. *Azotate d'argent.* — La réaction s'établit déjà, au sein de l'alcool, dès la température ordinaire; il se forme d'abord un précipité jaune pâle, ce qui semble annoncer la formation de l'iodure argentique; mais bientôt ce précipité se fonce en couleur et devient jaune citrin; c'était donc surtout de l'iodure d'argent.

» 3° *Acide azotique.* — Action plus vive encore que sur le chloro-iodure; départ d'iode et dégagement abondant de vapeurs rutilantes.

» Le produit de cette oxydation est de l'acide *monobromo-acétique* $CH^2Br-CO.OH$ pur.

» 4° *Pentachlorure d'antimoine* $SbCl^5$. — Une molécule de $SbCl^5$ pour *deux* de bromo-iodure : réaction plus énergique encore que sur le bromure éthylénique $C^2H^4Br^2$; séparation abondante d'iode. Le produit est constitué en très grande partie de chlorobromure $C^2H^4.ClBr$, mélangé d'une faible portion de chloro-iodure $C^2H^4.ClI$.

» Il résulte de là que les réactifs à l'action desquels j'ai soumis le bromo-iodure éthylénique manifestent pour l'iode une préférence marquée.

» Si l'on tient compte des faits constatés en ce qui concerne le chlorobromure d'éthylène et le bromo-iodure d'autre part, on est autorisé à conclure qu'au point de vue de l'*aptitude réactionnelle*, la différence est plus considérable entre le *chlore* et le *brome*, qu'entre le brome et l'iode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'essence d'angélique de racines* (Angelica officinalis) [1]. Note de M. L. **Naudin**, présentée par M. Friedel.

« Dans la Note sur l'essence d'angélique de *semences*, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en décembre 1882, j'ai annoncé que ce travail serait suivi de l'étude de l'essence tirée des *racines* de la même plante. Voici les résultats de ce travail.

» L'essence de racines, obtenue par distillation à la vapeur d'eau, est un liquide mobile à odeur d'angélique beaucoup moins fine que l'essence de semences. Incolore lorsqu'elle vient d'être distillée, elle jaunit à la lumière. Sa densité à 0° est 0,875. Elle absorbe l'oxygène et se résinifie lentement sans se colorer sensiblement.

» Cette essence, fractionnée à la pression normale, donne, sur 100^{gr} de matière :

1° De 163 à 167	50^{gr}
2° De 167 à 175	} 25
3° De 175 à 280	
4° De 280 à 330	
5° Une partie semi-liquide distillant difficilement.	

(1) L'Angélique cultivée a été nommée *Archangelica officinalis* par Hoffmann et *Angelica archangelica* par Linné. Guibourt la décrit sous le nom d'*Angélique officinale*.

» Si l'on veut distiller de nouveau l'une quelconque de ces parties, on remarque que le point d'ébullition le plus haut, obtenu tout d'abord, est très vite dépassé.

» L'ébullition *seule* polymérise donc l'essence. Cependant une action plus intense de la chaleur dédouble ces polymères en produits plus légers non étudiés. On peut se rappeler l'action de la chaleur sur le tétratérébenthène ou sur la résine de térébenthine.

» Pour isoler le corps constituant l'essence, sans le modifier moléculairement, j'ai dû recourir à l'emploi du vide, puis à une rectification dans le vide, sur des traces de sodium.

» On obtient alors, de premier jet, 75 pour 100 d'un corps liquide très mobile, incolore, inaltérable à la lumière, à odeur légèrement poivrée, bouillant à 166° (thermomètre plongeant entièrement dans la vapeur) et répondant à la composition d'un isomère du térébenthène. Sa densité à 0° est de 0,870.

» Ce terpène est dextrogyre. La déviation absolue pour une épaisseur de 200^{mm} est $+5°39'$. Chauffé pendant trente jours à 100°, en tube scellé, il jaunit légèrement, devient moins mobile, et son odeur poivrée s'accentue. La déviation absolue tombe à $+4°1'$. Dans ces conditions de température, il est donc peu altérable, et je dois ajouter que du térébenthène ordinaire, chauffé également à 100° en tube scellé pendant le même temps (trente jours), n'a pas varié de 1' dans ses propriétés optiques. A 160°, ce carbure perd en quelques heures sa fluidité, surtout en présence du sodium.

» Ce terpène fournit un monochlorhydrate liquide sans qu'il y ait précipitation de monochlorhydrate solide, même après deux mois de préparation ou après un abaissement de température de $-20°$ pendant une journée.

» Je propose de nommer ce terpène *β-térébangélène*, pour le distinguer de son isomère, extrait de l'essence de *semences*.

» De ces faits, je conclus que l'essence d'angélique de *racines* est composée d'un seul carbure terpénique, mélangé dans l'essence du commerce avec ses divers polymères, ces derniers ayant pris naissance par l'action seule de la chaleur pendant la distillation des racines à la vapeur d'eau. La quantité de ces corps polymères augmente avec le temps; une essence vieille de deux ans s'épaissit même en vase clos, mais au contact de la lumière.

» Enfin, pour achever d'établir le parallèle, je rappellerai que l'essence

de semences est également composée d'un carbure unique, le *térébangélène*, bouillant à 175°, beaucoup plus altérable par la chaleur que son isomère de l'essence de *racines* [1].

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Quelques effets du climat sur la rapidité de croissance des végétaux*. Note de M. G. CAPUS, présentée par M. Duchartre.

« On sait que la démarcation des couches ligneuses annuelles successives est plus ou moins accusée suivant l'intensité de croissance déterminée par les changements climatologiques ou autres aux différentes saisons de l'année.

» Dans le Turkestan, où le climat est excessif, le réveil de la végétation est brusque et le développement de la croissance printanière et estivale s'opère avec une vigueur extraordinaire. Nous avons fait dans le jardin botanique de Samarcande, avec M. le général Korolkoff, un certain nombre de mensurations sur la rapidité de croissance de différentes essences d'arbres et d'arbrisseaux indigènes et étrangers. Quelques-uns des résultats sont consignés dans le Tableau suivant.

» Le Peuplier (*Populus alba pyramidalis*) atteint en sept ans une hauteur de 15^m. Le *Broussonetia papyrifera* de deux ans a donné, le 7 juin déjà, une pousse de $1^m,16$ de hauteur; le *Bignonia Catalpa*, obtenu de graines depuis trois ans, a donné, au 7 octobre, une pousse annuelle de 5^m. Un *Robinia pseudo-Acacia* de deux ans porte à la même époque des pousses de 5^m et de 6^m. Un *Gleditchia triacantha* de deuxième année, venu presque sans eau d'irrigation, fournit une pousse de $3^m,10$. L'*Ailantus glandulosa*, en présence de la même pénurie d'eau, pousse, la première année, de $0^m,21$, la deuxième de $0^m,33$, la troisième de $0^m,89$; enfin, avec de l'eau d'irrigation, il arrive la quatrième année à la hauteur de 10^m. Le Laurier-rose donne des pousses annuelles d'environ 3^m. Des greffons de Pommier de l'année avaient atteint, le 3 juin, une hauteur de $0^m,77$ et la greffe libre fournit des pommes dès la deuxième année. Enfin, je citerai le cas d'un *Paulownia* d'un jardin de Tachkent : cet arbre fut gelé pendant l'hiver très dur de 1878-79, puis repoussa par un seul rejeton qu'on avait laissé à sa base. Cette pousse acquit pendant la saison une hauteur de plus de 6^m.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie minérale au Collège de France.

Époque de l'observation en 1881.	Nom de la plante.	Age.	Hauteur de la pousse de l'année en mètres.	Hauteur totale de la plante en mètres.	Remarques.
3 juin....	Ailantus glandulosa.	3 ans	0,93	»	Sans eau d'irrigation.
»	»	»	1,20	»	Un peu d'eau.
»	»	»	6,50	»	Pousse maximum observée. Eau d'irrigation.
»	»	»	1,50	3,20	Un peu d'eau.
»	Juglans regia.	»	1,83; 1,15; 1,21	»	»
»	Gleditschia triacantha.	3 »	0,87	3	Un peu d'eau.
»	Robinia pseudo-Acacia.	6 »	»	8	»
7 juin....	Paulownia japonica.	2 »	»	5	Pousse deux fois plus vite en juin et en juillet qu'en mai.
»	Gleditschia horrida.	2 »	»	5,10	».
»	Acer macrophyllum.	2 »	1	2,50	»
»	Liriodendron tulipifera.	»	0,74	1,70	»
»	Sambucus nigra.	»	3 et 4	»	»
»	Ficus Carica.	»	0,77	»	»
»	Tilia euchlora.	»	0,95	»	»
7 octobre..	Robinia pseudo-Acacia.	Semé au mois d'avril de la même année.	»	1,64	»
»	»	»	4 et 5	»	»
»	Gleditschia triacantha.	1 »	»	1,70	Obtenu de graine de la même année.
»	Platanus orientalis.	3 »	3,05	»	Obtenu de bouture.
»	Mimosa, sp.	De graine de l'année.	»	1,50	»
»	Alnus incana.	3 »	3,10	»	»
»	Ligustrum vulgare.	»	2,10	»	»
»	Juniperus virginiana.	4 »	»	1,60	»
»	Paulownia japonica.	3 »	»	9	»
»	Ailantus glandulosa.	3 »	0,89	1,40	N'ont pas reçu d'eau.
»	»	3 »	»	2,27	N'ont pas reçu d'eau.
»	»	2 »	0,42	»	»
»	»	3 »	2,52	»	»

» La cause de ce développement précipité des plantes réside dans la réunion des deux conditions, essentiellement favorables à la croissance intense et rapide : chaleur et humidité. En comparant entre elles les courbes des températures et des précipitations atmosphériques, on voit

que les températures les plus favorables à la végétation du pays, celles du mois d'avril et de mai, coïncident avec l'époque de la plus grande humidité du sol ou la suivent de près. Il y a de la sorte, pour les plantes qui vivent sous le climat des steppes, une périodicité de croissance fortement accusée et qui, représentée par une courbe, aurait ses sommets correspondant aux mois d'avril, mai et juin.

» Le développement en épaisseur des arbres suit les mêmes progressions rapides. On pouvait voir à l'Exposition polytechnique de Moscou une rondelle de *Karagatch* (*Ulmus campestris* L.) de 25 ans, poussé à Tachkent, et une rondelle d'Orme de 400 ans venant de Finlande. La première avait $0^m,64$ et la seconde $0^m,30$ de diamètre.

» Certaines espèces, telles que les *Gleditchia triacantha et horrida*, le *Robinia pseudo-Acacia*, l'*Ailantus glandulosa*, etc., semblent s'adapter aisément à ce climat continental. Il est probable que la constitution anatomique de leur bois, comme réservoir d'eau, se rapproche de celle des plantes de la steppe. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'orientation des feuilles par rapport à la lumière.* Note de M. **E. Mer**, présentée par M. Duchartre.

« Relativement à leur orientation par rapport à la source lumineuse, les feuilles peuvent se grouper en deux catégories auxquelles correspondent des différences importantes dans la structure. Les unes s'orientent de manière à recevoir la lumière parallèlement à leur surface. Elles sont *parhéliotropiques*, selon la terminologie de Ch. Darwin, et *c'est précisément parce qu'elles sont éclairées également sur tout leur contour qu'elles ont une structure homogène ou symétrique*. Les autres reçoivent la lumière normalement à leur surface. Elles sont *diahéliotropiques et c'est parce qu'elles sont éclairées inégalement sur les divers points de leur contour qu'elles ont une structure hétérogène ou dissymétrique*. Les premières sont généralement sessiles, filiformes, cylindriques, parfois aussi aplaties et présentant alors deux faces identiques. Les secondes sont munies d'un pétiole et d'un limbe plan, étalé, présentant deux faces différentes. Entre ces types extrêmes il s'en trouve une foule d'intermédiaires, offrant dans leur situation tous les degrés d'obliquité par rapport à l'horizon et dans leur structure autant de variations correspondantes; car, à mesure que diminue cette obliquité, la différence de constitution des deux faces s'accentue. Dans un assez grand nombre d'espèces, ces positions se modifient suivant l'intensité de la lu-

mière. Quand celle-ci devient trop forte, les feuilles normalement diahéliotropiques se placent en parhéliotropisme. L'inverse a lieu dans le cas d'une lumière trop faible.

» La situation des feuilles dans l'espace est déterminée par la combinaison de la pesanteur (apogéotropisme) et de l'action directrice de la lumière (diahéliotropisme ou parhéliotropisme). On le démontre en les soumettant renversées à une lumière unilatérale, quand elles sont encore dans la période de croissance. Elles se redressent en vertu de l'apogéotropisme, mais, en outre, celles de la première catégorie, *s'inclinant vers cette lumière, se placent, sans se retourner, dans sa direction*, tandis que celles de la seconde *se retournent par une torsion plus ou moins prononcée du pétiole, de manière que la face supérieure du limbe se trouve dans un plan perpendiculaire à cette direction*. Il existe donc chez celles-ci une polarité qui fait défaut dans les précédentes.

» Tantôt les forces en question agissent dans le même sens, tantôt elles entrent en antagonisme, et de leur combinaison il peut résulter, pour les feuilles d'un même individu, des orientations et des structures différentes suivant leur situation. C'est ce que montrent les aiguilles d'un individu vigoureux d'*Abies excelsa*, suivant qu'on l'a examiné sur la flèche ou sur les rameaux.

» Dans le premier cas, elles sont sensiblement cylindriques et se dressent presque verticalement par suite de l'apogéotropisme qui, agissant avec d'autant plus d'énergie que la vigueur des organes est plus grande, triomphe de l'action directrice de la lumière. Son intervention est mise directement en évidence par l'observation suivante. Si une flèche douée d'une végétation active se développe renversée, les aiguilles s'écartant d'elle prennent une direction sensiblement horizontale, tandis que sur des rameaux peu vigoureux, placés dans la même situation, les aiguilles demeurent pendantes. Dans le deuxième cas, les aiguilles insérées sur la face supérieure du rameau se distinguent déjà par un léger aplatissement. Elles présentent leur tranche à la lumière pour ne pas se porter mutuellement ombrage, ce qui, en raison de leur grand nombre, arriverait dans toute autre position. A la face inférieure du rameau où leur aplatissement est plus sensible encore, elles s'écartent, de part et d'autre, par une torsion du pétiole pour s'étaler horizontalement en diahéliotropisme, ménageant ainsi entre elles un espace libre ou raie longitudinale. Ce déplacement latéral, plus accentué dans les régions montagneuses où le jour est plus voilé, leur permet de se soustraire à l'ombre du rameau. En même temps elle fait avec ce dernier des angles variables, de manière à se placer au-dessous des espaces restés libres entre les aiguilles des rangées supérieures.

» Les feuilles peuvent donc opérer des mouvements dans le sens horizontal, aussi bien que dans le sens vertical, pour arriver à être éclairées

suffisamment : leur tendance à fuir l'ombre portée par leurs voisines ou les objets environnants doit être considérée comme exerçant une puissante influence sur leur orientation.

» La raie longitudinale n'existe pas dans les rameaux d'*Epicea* dont la végétation languit, ce qui prouve que l'action directrice de la lumière comme celle de la pesanteur n'est manifeste que sur des individus doués d'une vigueur suffisante. Mais, quand celle-ci dépasse une certaine limite, l'apogéotropisme l'emporte : ce qui arrive parfois sur les pousses terminales des verticilles supérieurs. La raie fait alors défaut. Dans les endroits ombragés, où la végétation est peu active, les aiguilles de la flèche s'inclinent vers l'horizon, d'abord parce que la gravitation agit faiblement dans ce cas, ensuite parce qu'elles cèdent à la tendance qu'éprouvent en général les feuilles à se placer en diahéliotropisme, sous l'influence d'une lumière peu intense.

» L'action de la pesanteur, ainsi que celle de la lumière, se fait principalement sentir sur les feuilles à l'époque de leur plus grande croissance. La première disparaît dans celles qui sont adultes, tandis que la seconde persiste quelque temps encore. Sur une branche retournée, les plus jeunes feuilles se redressent en s'orientant avec lenteur, les plus vieilles s'orientent encore, mais ne se redressent presque plus. Il n'en est plus de même pour celles qui ont des faces semblables. Si l'on place horizontalement un rameau vertical d'Épicéa garni de feuilles adultes, ou si l'on redresse un rameau horizontal, la raie n'apparaît pas plus dans le premier cas qu'elle ne disparaît dans le deuxième; les aiguilles sont devenues inertes. L'orientation, accompagnée de polarité, s'éteint donc moins rapidement que l'orientation simple.

» Les feuilles munies de renflements moteurs conservent bien plus longtemps cette faculté. Lorsqu'on place devant une fenêtre des germinations de Haricots, de manière que les deux premières feuilles se trouvent dans un plan perpendiculaire au plan de cette fenêtre, les limbes, même à un âge avancé, s'inclinent vers la lumière, de manière à la recevoir sous une incidence sensiblement normale. Mais, pour cela, ils sont obligés de suivre des directions opposées. Celui qui est le plus rapproché de la fenêtre s'infléchit, en même temps que le pétiole s'éloigne de la tige : l'autre se relève pendant que le pétiole se rapproche de cette tige. La différence de ces mouvements, dont le siège est dans les renflements moteurs, suffirait à prouver que l'apogéotropisme n'y prend aucune part, ou du moins que son influence est complètement effacée par l'action directrice de la lumière.

» Les observations précédentes montrent que certaines parties des

feuilles (le limbe généralement) reçoivent l'impression lumineuse, tandis que d'autres parties (pétioles, renflements moteurs) exécutent les mouvements destinés à placer les premières dans une situation favorable. Le mécanisme de ces mouvements consiste dans une augmentation de croissance ou seulement de turgescence : d'où résultent des courbures et des torsions. Cette division du travail paraît avoir quelque analogie avec celle déjà signalée par Ch. Darwin dans la pointe radiculaire, ainsi que dans l'extrémité cotylédonaire de certaines germinations.

» La présence de la lumière ne paraît pas être toujours indispensable à la manifestation des mouvements qui viennent d'être décrits. Lorsqu'un rameau de Lilas, par exemple, est placé à l'obscurité après avoir été retourné, les feuilles qui le garnissent semblent se redresser et s'orienter à peu près comme elles le feraient au jour. De même, lorsqu'on soustrait à la lumière un bourgeon d'Épicéa en évolution, on voit bientôt se dessiner à la face inférieure du rameau la raie caractéristique. Ce résultat est-il dû à une action *inductive* de la lumière ou à une influence héréditaire? C'est ce que pourront démontrer des expériences ultérieures. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude expérimentale de l'élongation des nerfs.* Note de M. **L. Minor** (¹), présentée par M. Vulpian.

« Les auteurs ne sont pas d'accord sur le mode d'action de l'élongation des nerfs. Les uns attribuent les résultats de cette opération à une action sur les centres nerveux, les autres à une action sur la périphérie des nerfs. Ceux qui admettent une action sur les centres ont émis des avis différents. Pour les uns, il s'agit de la propagation d'un processus dégénératif partant de la périphérie des nerfs pour aller jusqu'aux centres; d'après les autres, l'effet est tantôt dynamique, tantôt réflexe, tantôt mécanique, comme le pense M. Gussenbauer, qui, en allongeant fortement le sciatique, croit pouvoir secouer le crâne d'un cadavre sans donner le moindre mouvement au tronc, la traction du nerf étant transmise à la tête par la moelle et le bulbe.

» Ceux qui admettent l'action périphérique ne sont pas mieux d'accord.

» Nous voyons deux opinions contradictoires : celle de M. Brown-Séquard, qui dit que l'élongation produit une hyperesthésie, et celle de MM. Quinquaud, Schewing, Marcus, etc., pour lesquels l'élongation produit une anesthésie complète, sans atteindre la motricité.

(¹) Travail du laboratoire de Pathologie expérimentale de la Faculté de Médecine.

» J'ai donc pensé qu'il était intéressant d'étudier la question au moyen de nouvelles expériences sur des chiens, des cobayes et des grenouilles.

» L'élongation produit-elle une modification physiologique dans un seul ordre de fibres nerveuses sans agir sur les autres fibres du nerf, comme le pensent M. Viet et d'autres auteurs? Porte-t-elle ses effets sur le centre nerveux ou sur la périphérie des nerfs?

» Les premières expériences sur des chiens et des cobayes ont montré qu'une élongation forte produit constamment pendant deux ou trois jours une anesthésie presque complète.

» Ce fait établi, j'ai étudié l'état des mouvements dans les parties dont les nerfs avaient été étirés : j'ai d'abord produit des mouvements d'un membre par l'irritation électrique du centre moteur de ce membre, dans l'écorce grise du cerveau, puis j'ai recherché les modifications produites dans ces mouvements aussitôt après une élongation du tronc nerveux du même membre.

» On a pu ainsi voir facilement que l'élongation d'un tronc nerveux mixte affecte en même temps, non seulement les fonctions sensitives du nerf, mais aussi ses fonctions motrices. Avec une anesthésie complète, on a une paralysie complète; à l'anesthésie incomplète correspond seulement une parésie. On observe des résultats semblables sur des grenouilles décapitées, en provoquant chez elles des mouvements réflexes après une forte élongation d'un nerf sciatique.

» Quel est le point précis où se produit l'effet de l'élongation?

» Plusieurs expériences sur des grenouilles, en rapport du reste avec nos expériences sur les animaux à sang chaud, ont absolument démontré que l'action est limitée seulement au point même où l'élongation est faite.

» Supposons un sciatique allongé, en un point déterminé de la cuisse, chez une grenouille décapitée. On excite avec le courant faradique les parties du nerf au-dessous du point allongé et l'on provoque des mouvements étendus du muscle gastrocnémien, mais jamais de mouvement réflexe dans la patte opposée. D'autre part, en excitant le nerf au-dessus de la partie qui a supporté l'effort de l'allongement, on peut produire des mouvements réflexes de la patte de l'autre côté, mais pas de mouvements dans le muscle gastrocnémien du même côté.

» Ainsi, la partie périphérique conserve sa propriété centrifuge, la partie centrale, son pouvoir centripète.

» En d'autres termes, l'élongation produit, dans le point même de l'opération, une interruption de la conductibilité des fibres motrices et des

fibres sensitives. Mais cette interruption n'est pas complète. Il suffit de prendre un courant de force double ou triple, selon le degré de l'élongation, et on obtient des mouvements réflexes du côté opposé à l'allongement ou des mouvements de la partie dont le nerf est étiré.

» D'autres résultats confirment encore ceux qui viennent d'être relatés. On fait une élongation d'un sciatique d'une grenouille qui est ensuite strychnisée : les muscles correspondant au nerf allongé restent flasques, tandis que tout le reste du corps est tétanisé. D'autre part, le tétanos provoqué chez une grenouille par une injection de strychnine disparaît dans le muscle gastrocnémien, si on allonge le nerf sciatique du côté de ce muscle.

» L'examen immédiat, microscopique et macroscopique, ne montre aucune altération dans les racines et dans la moelle épinière, après les élongations les plus fortes chez les chiens, cobayes et grenouilles. L'examen microscopique de la partie allongée montre le tableau vu déjà par plusieurs auteurs, c'est-à-dire parfois de petites hémorrhagies; auprès de beaucoup de tubes absolument normaux, on voit un nombre assez grand de fibres dont la myéline est tantôt déchirée, tantôt en masses globuleuses ou granuleuses qui se colorent fortement par l'acide osmique. Il ne m'a pas été possible de reconnaître si le *cylinder-axis* peut être rompu par l'élongation.

On peut résumer ainsi les effets de l'élongation d'un nerf :

» 1° L'action est limitée au point qui supporte l'élongation;

» 2° Il y a là interruption de la conductibilité du nerf dans le sens centrifuge et dans le sens centripète;

» 3° Cette interruption peut être complète ou incomplète selon la force de l'élongation;

» 4° Celle-ci détruit en partie les nerfs affectés.

» Les modifications histologiques consécutives à une élongation forte d'un nerf, étudiées six semaines après l'opération, montrent de la manière la plus précise que l'élongation produit une dégénération considérable dans la portion située au-dessous de la partie allongée du nerf et dans la région allongée elle-même. La lésion est très peu prononcée au-dessus et elle disparaît à une distance peu éloignée du point étiré. Les racines, la moelle sont absolument intactes.

» Dans les parties malades, il y a quelques fibres normales, d'autres en état de régénération; on y trouve encore une augmentation du tissu con-

jonctif, surtout dans la partie allongée, avec un grand nombre de vaisseaux.

» L'examen des muscles correspondant au tronc allongé n'a montré aucune trace de dégénération. La dégénération incomplète d'un tronc nerveux peut donc ne pas provoquer une dégénération des muscles.

» Tous ces faits confirment l'opinion de MM. Verneuil, J.-L. Prévost, etc., et montrent que l'élongation d'un nerf est une opération purement locale, une sorte de section incomplète d'un nerf. Les effets de cette opération sont variables suivant l'énergie plus ou moins grande de l'élongation. Il est possible que l'on arrive à trouver le moyen de doser cette énergie et à donner ainsi à l'élongation des nerfs une place déterminée parmi les autres méthodes de traitement des maladies du système nerveux. »

PHYSIOLOGIE. — *Études expérimentales sur l'action physiologique de l'iodoforme* (¹). Note de M. **Rummo**, présentée par M. Vulpian.

« Malgré les remarquables travaux de MM. Bouchardat, Righini, Franchini, Maître et Scalzi, l'action physiologique de l'iodoforme n'est pas encore bien connue; d'autant plus que les recherches récentes de MM. Floucaud, Kendrick, Binz, Möller ont jeté des doutes sur la réalité de quelques phénomènes observés par les premiers auteurs. Avec des doses variées et en faisant absorber le médicament par plusieurs voies, j'ai pu voir des phénomènes dont quelques-uns sont connus, mais dont la plupart n'ont pas encore été observés. Voici les résultats de cette étude, poursuivie sur plus de soixante animaux, batraciens (grenouilles) et mammifères (cobayes, lapins et chiens).

» I. *Action sur la circulation et la respiration.* — 1° Chez la grenouille, j'ai étudié les mouvements du cœur au moyen de la pince cardiographique de M. Marey. Après l'introduction sous la peau d'une patte postérieure de $0^{gr},02$ d'iodoforme, le nombre des contractions du ventricule cardiaque diminuait progressivement, de sorte qu'il était de quatre par minute au bout de deux heures au lieu de quarante-quatre comme au début de l'expérience. Remarquons que ces modifications surviennent avant tout autre trouble fonctionnel. Si la dose du médicament est double, les battements tombent, dans l'espace de dix minutes, de quarante à onze par minute. L'énergie des

(¹) Travail du Laboratoire de Pathologie expérimentale à la Faculté de Médecine.

systoles ventriculaires augmente manifestement et celles-ci sont toujours régulières et amples. Parmi les autres modifications que présente chaque révolution cardiaque, il faut noter l'absence du crochet qui se produit dans l'état normal au sommet de la ligne verticale systolique, la légère ascension du plateau, la durée un peu plus longue de la systole ventriculaire, enfin et surtout la lenteur avec laquelle s'opère le relâchement diastolique, lenteur telle que la révolution du cœur inscrite au bout de deux heures rappelle les tracés cardiaques de la vératrine.

» Après trois ou quatre heures et plus, le cœur s'arrête distendu en diastole. A ce moment, l'application d'un courant continu avec la pince de Pulvermacher provoque encore une contraction ventriculaire, suivie de plusieurs révolutions spontanées semblables à celles des derniers tracés. Au moment où les oreillettes remplissent le ventricule, on distingue nettement la partie droite de ce ventricule qui est noire, et le côté gauche qui est rouge. Il est à noter que l'action de l'atropine ne modifie presque en rien les effets de l'iodoforme.

» Si le cœur est excisé au moment de son extrême ralentissement, il se remet à battre à peu près comme à l'état normal. Au début de l'absorption de l'iodoforme, il se produit une dilatation des capillaires de la membrane interdigitale, dilatation à laquelle succède une contraction. Avec de très petites doses d'iodoforme le cœur est modifié, mais les mouvements respiratoires restent presque normaux. Pour les fortes doses, on voit une accélération, puis un ralentissement, enfin l'arrêt de la respiration.

» 2° Chez le chien, l'action de l'iodoforme sur la circulation et la respiration a été constatée avec l'hémodynamomètre à mercure, après ingestion stomacale. Avec $0^{gr},30$ ou 1^{gr}, j'ai pu observer un ralentissement des mouvements du cœur jusqu'à la moitié du chiffre normal, sans diminution de l'énergie et sans irrégularité des contractions de cet organe; il y a une légère augmentation du nombre des mouvements respiratoires et de la tension artérielle. Avec 2^{gr}, 4^{gr} et au delà, on obtient une diminution progressive du nombre des battements du cœur avec affaiblissement de la pression intracarotidienne de $0^{m},10$ environ; au bout de quatre à cinq heures, on note le retour graduel de la tension à l'état normal, suivi d'une augmentation de $0^{m},03$ environ. Le nombre des mouvements respiratoires augmente peu à peu en présentant quelques irrégularités. Cependant on observe, par moment, des périodes correspondant à des accès convulsifs, dont la durée varie entre une et deux minutes et pendant lesquelles le pouls s'accélère, la pression monte, puis le pouls se ralentit, la pression

tombe et tout rentre dans l'ordre. Lorsque le cœur n'est plus en communication avec le système nerveux central par l'intermédiaire des nerfs vagues, l'iodoforme n'a plus d'action notable sur cet organe.

II. *Action sur la température.* — Les doses moyennes élèvent la température de 1° à 2°. Les doses très fortes produisent une élévation transitoire, puis un abaissement de 4° à 5°, malgré le tétanos.

III. *Action sur le système nerveux.* — Chez la grenouille, l'iodoforme introduit sous la peau d'une patte postérieure produit les phénomènes suivants :

Anesthésie locale, affaiblissement général, diminution de l'excitabilité nerveuse, musculaire, et des réflexes, surtout dans le membre injecté. La moelle et le bout périphérique du sciatique sont excitables. Ensuite : rigidité générale, qui continue après la section de la moelle cervicale. Si l'on coupe tous les nerfs des membres postérieurs, la contracture continue dans le membre injecté et cesse, à peu près, dans l'autre. L'animal meurt dans un état de rigidité complète.

» Chez les mammifères, les troubles nerveux généraux ont lieu quand on injecte l'iodoforme dans l'estomac ou dans le péritoine, et après les inhalations prolongées avec un appareil approprié. Si l'on met l'iodoforme sous la peau, la substance, à cause de sa faible solubilité, ne détermine que de l'anesthésie locale et très peu de phénomènes généraux. Si l'on donne par la voie stomacale à un chien vigoureux 3gr d'iodoforme et davantage, on note le tableau suivant :

Première période. — Sommeil profond; tendance à fuir la lumière et les bruits, à se cacher dans un coin (ces phénomènes sont très peu marqués chez le lapin et le cobaye); faiblesse générale, anesthésie générale peu intense, marche ébrieuse, réflexes cutanés et tendineux peu diminués; pupilles rétrécies d'abord, mais réagissant à la lumière. Dans cette période, l'excitabilité de la région corticale dite motrice du cerveau s'affaiblit.

Deuxième période. — Paraplégie spasmodique : les deux membres antérieurs sont contracturés, l'animal croise les pattes l'une par-dessus l'autre; les membres postérieurs sont étalés en dehors de manière à élargir la base de sustentation; tremblement à la suite des mouvements intentionnels; exagération des réflexes tendineux; trépidation; sensibilité peu modifiée; conservation de l'intelligence, pupille un peu dilatée, érection permanente du pénis avec œdème du prépuce. Plus tard, tendance à reculer, à tourner dans un petit espace.

Troisième période. — Cris répétés; contractions tétaniformes intenses et générales; excitabilité réflexe augmentée; quelques convulsions cloniques; tendance à la rotation; respiration difficile; pupilles dilatées. La mort survient dans un accès convulsif violent, malgré la respiration artificielle. La section transversale de la moelle cervicale n'a pas d'influence sur les convulsions.

» IV. *Troubles gastro-intestinaux, sécrétoires et nutritifs.* — Les fortes doses

produisent des nausées, des vomissements, des selles dysentériques. Si la dose n'est pas mortelle, il y a hébétude, marasme et tous les phénomènes les plus avancés de l'iodisme. L'iodoforme passe dans les urines à l'état d'iodure, d'iodate et d'acide iodhydrique : on le trouve dans tous les organes et toutes les humeurs en grande quantité, même dans l'humeur vitrée. J'ai trouvé l'iodoforme dans l'air expiré, jamais dans l'urine. Les fortes doses donnent l'albuminurie, l'hématurie, qui arrêtent aussitôt l'élimination iodique. Il y a diminution des globules rouges du sang, qui *deviennent framboisés*; dégénération graisseuse de tous les organes, surtout du foie et du cœur; glomérulo-néphrite; hyperémie intense de l'axe cérébro-spinal, surtout de la substance grise avec altération des cellules nerveuses; hyperémie du duodénum pour les doses moyennes, de tout l'intestin pour les fortes doses; hyperémie et emphysème pulmonaire; ecchymoses des piliers du ventricule gauche et de la rate.

V. *Action antiseptique.* — L'iodoforme en nature n'arrête pas le développement des bactéries en voie de pullulation dans les liquides putrides; mais il est plus puissant pour s'opposer à leur génèse. L'iodoforme dissous dans l'huile de térébenthine tue, au contraire, les bactéries en pleine prolifération. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches expérimentales sur l'action physiologique de la vératrine.* Note de MM. **Pécholier** et **Redier**.

« Afin de préciser l'action physiologique de la vératrine, nous avons entrepris sur les grenouilles, les lapins et les chiens des expériences dont nous résumons les conclusions.

» I. *Action locale.* — Effet topique irritant sur la peau et les muqueuses, qui augmente encore sur le derme dénudé.

» II. *Action sur le tube digestif.* — Vomissements abondants et selles copieuses. La vératrine est donc un éméto-cathartique puissant.

» III. *Action sur les sécrétions.* — Supersécrétion du mucus nasal, sialorrhée, diurèse ordinaire, rarement diaphorèse.

» IV. *Action sur la circulation.* — 1° Accélération primitive due en grande partie aux efforts de vomissement; 2° ralentissement secondaire pouvant même arriver au collapsus. — Arrêt des cœurs lymphatiques avant celui du cœur sanguin (grenouilles). Arrêt de celui-ci en diastole. Altération du sang.

» V. *Action sur la respiration.* — 1° Accélération primitive; 2° ralentissement secondaire. Difficulté et gêne de la respiration.

» VI. *Action sur la température.* — Abaissement nettement précisé par le thermomètre.

» VII. *Action sur le système musculaire.* — 1° Excitation primitive plus ou moins courte, suivant l'intensité de la dose, contractures apparentes; 2° affaissement et paralysie ultérieurs. Opposition formelle, malgré l'opinion de beaucoup d'auteurs, avec l'action de la strychnine; 3° parésie complète et collapsus.

» VIII. *Action sur le système nerveux.* — 1° *Motricité nerveuse*, non influencée; c'est le contact du sang vératriné sur la fibre musculaire et non l'action du nerf moteur impressionné par la vératrine qui détermine l'excitation primitive du muscle. Cette substance, malgré le dire de Kœlliker, n'agit pas directement sur la moelle.

» 2° *Sensibilité:* à l'action irritante topique déjà signalée succèdent bientôt l'anesthésie et l'analgésie.

» 3° *Fonctions intellectuelles :* intelligence conservée. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *La synthèse des cieux et de la terre.* Note de M. **Moigno.** (Extrait.)

« L'*éther*, qui remplit les espaces célestes et pénètre tous les corps de la nature, qui est pour la lumière ce que l'air est au son ; l'éther, premier sujet de la création, qui a surgi au *fiat lux*, est le principe à la fois de la matière et de la force, c'est-à-dire le premier et le principal agent de tous les phénomènes de la nature.

» Cet éther est constitué par des atomes simples, sans volume, inertes en eux-mêmes, animés de mouvements vibratoires.

» Tous les corps de la nature sont formés d'éléments ou molécules qui sont leur substance, avec matière et forme. Ces molécules ou éléments sont des groupes d'atomes d'éther, en nombre défini, et distribués symétriquement sous forme polyédrique.

» Un premier groupe d'atomes d'éther constitue l'hydrogène, première substance ou molécule de la création.

» Tous les autres éléments communs à la terre et aux cieux, auxquels nous donnons le nom de *corps simples*, sont formés de molécules d'hydrogène en nombre déterminé et ayant leur distribution propre ou essentielle.

» La molécule de chaque corps simple est donc un multiple de la mo-

lécule d'hydrogène, et de plus ces nombres de molécules sont les nombres harmoniques de la gamme naturelle, n'admettant comme facteurs que les nombres 2, 3, 5, et dans lesquels 2 peut être cinq fois, 3 trois fois et 5 deux fois facteur.

» La loi de Prout est donc une loi de la nature. En effet, les nombres qu'elle donne pour les poids moléculaires des corps simples coïncident si souvent avec les nombres déduits de l'expérience et de l'observation, et s'en rapprochent assez dans tous les cas pour que, dans les principes d'une saine philosophie, on soit pleinement autorisé à attribuer les différences à des erreurs d'observation causées par la presque impossibilité d'obtenir les corps simples à l'état de pureté absolue.

» La loi de Prout forcément acceptée, la loi des équivalents, la loi des proportions multiples, la loi de Dulong et Petit, la loi de Faraday, les lois de la Thermochimie ont leur raison d'être nécessaire et suffisante et deviennent à leur tour des lois de la nature.

» De même que la matière des mondes représentée par les éléments premiers des corps a son principe dans l'éther, toutes les forces vives de la nature, à leur tour, ont leur raison d'être dans la force vive née du mouvement vibratoire des atomes de l'éther ou sont essentiellement les effets divers des ondulations de ce milieu éminemment rare, mais aussi éminemment élastique.

» L'attraction universelle, la première des forces naturelles, est l'effet direct des impulsions de l'éther, impulsion nécessairement modifiée ou influencée par l'interposition de ces corps les uns entre les autres, comme Lesage, de Genève, l'a établi le premier. Les calculs établis sur cette base fondamentale conduisent, en effet, à la loi de la gravitation universelle, en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances, comme première approximation ou premier terme d'une série indéfinie; tout le monde admet, en effet, que la loi de Newton n'est elle-même qu'une première approximation.

» L'attraction universelle est la seule force qui a sa cause nécessaire et suffisante dans les seules vibrations de l'éther; toutes les autres, l'affinité, la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, etc., ont leur double raison d'être dans les vibrations de l'éther, modifiées, spécifiées par la réaction et l'action des atomes et des molécules des corps.

» Je n'entrerai pas aujourd'hui dans plus de détails, je ne définirai pas, je ne spécifierai pas, je ne classerai pas ces forces diverses. Qu'il me soit permis seulement de dire où j'ai trouvé, non pas l'idée première, déjà bien

vieille pour moi, mais la confirmation inespérée et vraiment admirable de cette synthèse, si simple et si vraie, du monde et des mondes.

» Saint Pierre nous apprend que les cieux et la terre ont été formés, les cieux de l'eau, la terre de l'eau et par l'eau devenue consistante. Saint Clément, son disciple et son second successeur, déclare, dans ses *Recognitiones*, que le prince des apôtres insistait surtout sur cette distinction essentielle : *les cieux formés de l'eau, la terre formée de l'eau et par l'eau*.

» Les cieux et la terre formés de l'eau ne peuvent évidemment signifier pour nous autre chose que ce que j'affirmais tout à l'heure : que les éléments des corps simples, identiquement les mêmes dans tous les globes qui peuplent les cieux, sont constitués, comme nous le disions tout à l'heure, par l'hydrogène de l'eau.

» La terre formée de l'eau et par l'eau exprimerait en outre la formation aqueuse ou neptunienne de la terre presque universellement admise aujourd'hui, surtout depuis les innombrables sondages des mers profondes par M. le D[r] Carpenter. »

MM. P. **Hélot** et **Trouvé** adressent à l'Académie, par l'entremise de M. Bouley, la description d'un appareil d'éclairage médical auquel ils donnent le nom de *photophore électrique frontal*. (Extrait.)

« Cet appareil se compose d'une lampe à incandescence dans le vide, comprise dans un cylindre métallique entre un réflecteur et une lentille convergente.

» Cet appareil, très léger, s'applique sur le front et fournit une lumière très intense dont on peut faire varier le champ par un léger déplacement de la lentille. La source d'électricité est une pile à bichromate de potasse. Cet éclairage peut trouver son application pour illuminer les cavités naturelles ou un champ opératoire profondément situé. »

M. **Zenger** transmet à l'Académie plusieurs tableaux d'observations météorologiques, dans lesquels il s'efforce d'établir un parallélisme entre plusieurs groupes de phénomènes : pressions barométriques, orages, inondations, mouvements séismiques, météorites, comètes et données héliophotographiques.

M. **Page** informe l'Académie qu'il a eu l'occasion d'observer dans la

Bresse une altération du lait semblable à celle que M. Reiset a décrite sous le nom de *lait bleu*. L'auteur attribue cette altération, non à un mycoderme, mais à un vibrion.

M. Cabanellas adresse une Note intitulée : « Premières expériences de la Marine sur les machines Gramme à lumière, pour la défense des lignes de torpilles de Cherbourg ».

M. J. Dupire adresse une Note portant pour titre : « Méthode nouvelle et inédite déterminant l'élévation angulaire du Soleil méridien sous toutes les latitudes ».

M. V. Prou demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire qu'il avait présenté pour le concours du prix de Mécanique.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 22 janvier 1883.)

Page 223, *lignes* 22, 23, 24, 25, *au lieu de* envoyé dans l'espace par le système agissant. On sait que la diminution de ce flux exprime le travail des actions qui solliciteraient un courant linéaire fermé, mobile dans un champ de force donné, si ces actions conservaient,.... *lisez*, envoyé, par le système agissant, sur la face négative du feuillet magnétique équivalent à un courant linéaire fermé. Lorsque l'intensité de celui-ci demeure égale à l'unité, et le système agissant fixe et permanent, on sait que la variation de ce flux exprime le travail virtuel des actions qui solliciteraient la ligne du courant, supposée mobile, si elles conservaient,....

Page 224, *ligne* 18, *au lieu de* substituée, *lisez* substitué.

(Séance du 9 avril 1883.)

Page 1020, ligne 24, *effacez les mots* i variant de 1 à l'infini.

Page 1021, ligne 20, *au lieu de* $2a$ (si n est impair), *lisez* $\frac{an-1}{2}$ (si, etc.)

Page 1021, *la deuxième note doit être conçue en ces termes :* Les périodes contenant un nombre impair de termes sont des cas *numériques* isolés. Par exemple, dans la famille $E = \overline{bn}^2 + 5n$, les périodes ont en général $2K + 8$ termes. $6^2 + 5$, qui n'en a que trois, fait une exception.

Page 1022, ligne 19, l'avant-dernier terme de la période, $2K$, a été omis.

» ligne 1 de la note, *au lieu de* $2x + 8$ termes, *lisez* $4x + 8$ termes.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AVRIL 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Roche*, Correspondant pour la Section d'Astronomie, décédé à Montpellier le 18 avril 1883.

Pour rendre un dernier hommage à la Mémoire de son éminent Correspondant, l'Académie décide que le Rapport rédigé récemment par M. Tisserand sur les travaux de M. Roche sera inséré dans les *Comptes rendus*.

Rapport sur les travaux de M. Roche, *professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Montpellier;* par M. F. **Tisserand**.

« Les travaux les plus remarquables de M. Roche se rapportent à la figure des corps célestes (planètes et comètes) et à la théorie cosmogonique de Laplace; ces Mémoires sont intimement liés les uns aux autres, et c'est en suivant l'enchaînement naturel de ses idées que l'auteur a développé avec succès, depuis quarante ans environ, divers Chapitres importants de la *Mécanique céleste*.

1° *Mémoires divers sur l'équilibre d'une masse fluide homogène assujettie à certaines conditions.*

» On connaît les belles recherches des géomètres sur l'équilibre d'une masse fluide homogène, animée d'un mouvement de rotation autour de son axe, et dont les molécules s'attirent suivant la loi de Newton.

» M. Roche s'est proposé de déterminer cette figure d'équilibre, en tenant compte d'une nouvelle force, l'attraction exercée par un centre situé à grande distance. Il a supposé que ce centre tourne avec une vitesse angulaire égale à celle du mouvement de rotation de la masse fluide; ce n'est pas là un problème de pure curiosité; la Lune se trouve précisément dans ce cas, et des expériences photométriques montrent qu'il en est de même pour les satellites de Jupiter et de Saturne; il semble que l'égalité des mouvements de translation et de révolution des satellites soit une loi générale de notre système planétaire.

» Le problème avait été traité par Laplace, dans le cas particulier où la masse du satellite est très petite par rapport à celle de la planète, et où la figure du satellite est supposée très peu différente de celle d'une sphère. Laplace avait trouvé qu'il existe, dans ces conditions, une seule figure d'équilibre : c'est un ellipsoïde tournant autour de son plus petit axe, et dont le plus grand axe est dirigé vers la planète.

» M. Roche a voulu s'affranchir des deux conditions restrictives mentionnées ci-dessus et, en supposant que la figure d'équilibre soit celle d'un ellipsoïde, il a cherché les longueurs des axes de cet ellipsoïde.

» Voici les résultats les plus importants auxquels il a été conduit par une analyse remarquable :

» Les ellipsoïdes servant de figures d'équilibre sont de deux sortes : ils sont allongés, les uns vers le point attirant, les autres dans une direction perpendiculaire, et, par conséquent, présentent un équilibre instable; il suffit donc de s'occuper des premiers. Si la vitesse de rotation est plus petite qu'une certaine limite, ces ellipsoïdes sont au nombre de deux; quand la vitesse augmente, les deux figures se rapprochent l'une de l'autre, et cessent d'exister quand la vitesse atteint la limite indiquée.

» Lorsque la vitesse est très petite, l'un des ellipsoïdes diffère très peu d'une sphère; l'autre est une sorte d'aiguille excessivement allongée vers la planète.

» M. Roche a ramené les calculs de ces figures d'équilibre à ceux de

transcendantes dépendant des fonctions elliptiques, et il a donné pour cela des Tables numériques qui ne laissent rien à désirer.

» Il a fait des applications intéressantes de ses formules, à la Lune d'abord, ensuite aux satellites de Jupiter et de Saturne; il trouve pour ces derniers des aplatissements beaucoup plus prononcés que dans le cas de la Lune.

» Dans un autre Mémoire, M. Roche reprend le problème, sans admettre *a priori* que la figure d'équilibre soit celle d'un ellipsoïde; il la suppose seulement peu différente d'une sphère, mais il admet en même temps que les vitesses de translation et de rotation sont différentes. Il est vrai que, dans ce cas, le fluide n'aura pas, à proprement parler, de figure d'équilibre permanente; mais, si l'on suppose que ce fluide prend à chaque instant la forme avec laquelle il serait en équilibre sous l'action des diverses forces, il n'y aura qu'à tenir compte ensuite d'une sorte de marée s'exerçant dans sa masse.

» L'auteur pense que, dans l'évolution du système solaire, ce cas a dû précéder et amener celui que nous présentent actuellement les satellites, qui sont aujourd'hui susceptibles d'une figure d'équilibre permanente.

» Il examine aussi ce qui arriverait, si le fluide était soumis en outre à l'action d'une force attractive suivant la loi de Newton et ayant son siége au centre de gravité; cette supposition comprend le cas où le fluide recouvrirait une sphère de densité différente. Il suppose enfin que le sphéroïde soit formé d'une infinité de couches de densités variables.

» Il trouve, dans tous les cas, pour solution, un ellipsoïde aplati aux pôles et allongé vers le corps extérieur; il arrive seulement que cette figure diffère plus de la sphère que dans le cas de l'homogénéité.

» Enfin, dans un troisième Mémoire, M. Roche considère la figure d'équilibre d'une masse fluide immobile, dont toutes les parties s'attirent mutuellement, soumise en outre à l'attraction d'un centre éloigné. Il trouve dans ce cas deux ellipsoïdes de révolution autour de l'axe dirigé vers le point attirant. Si l'on suppose que la distance au centre d'attraction aille en diminuant, il pourra se faire que les deux figures ellipsoïdales cessent d'exister; toutes choses égales d'ailleurs, cela arrivera d'autant plus vite que la densité du fluide sera plus petite.

» Ainsi, si l'on conçoit une comète tombant en ligne droite sur le Soleil, sa figure, d'abord sphérique, deviendra ellipsoïdale, s'allongera de plus en plus vers le centre d'attraction, et il pourra arriver que la figure ellipsoïdale cesse d'exister et que la masse de la comète se divise en plusieurs fragments, tombant chacun de leur côté vers le Soleil.

» Ici, M. Roche se trouvait amené tout naturellement à l'étude de la figure des comètes; nous dirons plus loin quels progrès il a fait accomplir à cette théorie.

2° *Mémoires sur la constitution physique du globe terrestre* (1848).

» I. On connaît la densité moyenne du globe et la densité moyenne des continents; la première est environ le double de la seconde : la Terre n'est donc pas homogène, le poids spécifique des couches intérieures doit être beaucoup plus grand que celui des couches superficielles; il doit aller en croissant de la surface au centre et d'une manière à peu près régulière. La connaissance de cette loi de variation serait très importante. En supposant fluide l'intérieur de la Terre, l'hypothèse la plus simple qui se présente est que le rapport de l'accroissement de pression à l'accroissement de densité soit proportionnel à la densité : c'est l'hypothèse célèbre de Legendre; elle rend les intégrations faciles.

» M. Roche a été conduit à imaginer une autre loi, d'après laquelle la diminution de densité serait proportionnelle au carré de la distance au centre; cette hypothèse est aussi vraisemblable que celle de Legendre; l'auteur en conclut que la densité au centre de la Terre serait à peu près le double de la densité moyenne. C'est à l'expérience de prononcer entre les deux hypothèses; or M. Airy a fait, en 1854, une observation importante, en faisant osciller un pendule au fond d'un puits de mine de 385^m; il a constaté une augmentation de l'intensité de la pesanteur; la loi de M. Roche représente, à fort peu près, le résultat de l'observation, tandis que la loi de Legendre s'en éloigne sensiblement.

» Bien qu'une seule expérience ne puisse être décisive dans une matière aussi délicate, il n'en résulte pas moins que l'hypothèse de M. Roche est aujourd'hui plus vraisemblable que celle de Legendre.

3° *Mémoire sur l'état intérieur du globe terrestre* (1881).

» Environ trente ans après le travail précédent, M. Roche en a publié un autre beaucoup plus important. Nous allons essayer d'en donner une idée.

» On admet généralement que la Terre est entièrement fluide dans son intérieur, à l'exception d'une croûte superficielle très mince; la plupart des études mathématiques faites sur la figure et la constitution intérieure de la Terre prennent cette hypothèse pour point de départ.

» Dans ces dernières années, cette supposition a été vivement controversée, particulièrement par notre illustre Associé étranger, sir W. Thomson, qui pense que les marées qui se produiraient nécessairement dans cette masse fluide, sous l'influence du Soleil et de la Lune, seraient telles qu'aucune enveloppe ne pourrait y résister.

» Il était donc intéressant de reprendre les études mathématiques sur la constitution physique du globe, dans une hypothèse différente, par exemple en supposant le globe terrestre formé d'un noyau solide, recouvert d'une couche moins dense, qui peut être partiellement fluide à une certaine profondeur.

» Pour prononcer entre les deux systèmes, on a trois données de l'expérience, savoir :

» La densité moyenne;

» L'aplatissement à la surface, déterminé par les mesures géodésiques;

» Une certaine constante dépendant des moments d'inertie, donnée par la précession des équinoxes.

» En admettant la loi de Legendre, ou la sienne propre, M. Roche a montré que l'hypothèse de la fluidité complète ne peut pas représenter à la fois, dans la limite des erreurs des observations, l'aplatissement à la surface, tel qu'il résulte des mesures les plus précises, et la constante de la précession des équinoxes.

» Il conclut à l'impossibilité de la fluidité complète.

» Il s'est proposé alors de voir si, avec un noyau central solide, on peut arriver à obtenir l'accord qui vient de nous échapper.

» Il a trouvé qu'on peut tout concilier en supposant la densité du noyau intérieur égale à 7 environ, celle de la couche extérieure égale à 3, et son épaisseur égale au sixième du rayon. Le bloc terrestre intérieur serait donc, pour le poids spécifique, analogue aux fers météoriques; tandis que la couche qui l'enveloppe serait comparable aux aérolithes de nature pierreuse, où le fer n'entre qu'en faible proportion.

4° *Mémoires divers sur la figure des comètes.*

» Nous avons vu que M. Roche, après s'être occupé de la figure des satellites, s'était trouvé conduit tout naturellement à la théorie de la figure des comètes. Il s'est proposé d'étudier les phénomènes qui doivent se passer dans l'atmosphère d'une comète, en ayant égard aux seules forces mécaniques dues aux attractions du Soleil et de la comète elle-même.

» M. Roche est parti d'un travail de Laplace, sur la figure des atmo-

sphères des corps célestes. Laplace avait surtout en vue l'atmosphère du Soleil; il avait donné dans ce cas l'équation générale des surfaces de niveau, mais il n'avait pas mis en évidence une propriété curieuse de ces surfaces; M. Roche a approfondi cette recherche et en a tiré des résultats très intéressants.

» Il considère une comète sous la forme d'un noyau où se trouve concentrée la plus grande partie de la masse de la comète; ce noyau est entouré d'une atmosphère dont les divers points sont attirés à la fois par le Soleil et par le centre de gravité du noyau.

» Il montre que les couches de niveau de cette atmosphère, qui seront sensiblement sphériques si la comète est très éloignée du Soleil, doivent s'allonger vers cet astre si la comète s'en rapproche.

» L'atmosphère ne peut pas s'étendre indéfiniment; elle est limitée aux points où l'attraction du Soleil balance celle du noyau central. Il existe donc une dernière surface de niveau où l'atmosphère se termine forcément; tout ce qui est au delà doit abandonner la comète et se disperser dans l'espace.

» M. Roche montre que cette surface limite offre deux points singuliers, où elle se confond avec un cône. En dedans de cette surface limite, les surfaces de niveau sont fermées; au delà, elles s'ouvrent dans le voisinage de ces points singuliers pour se développer en nappes infinies. Il en résulte que si, pour une cause quelconque, le fluide cométaire vient à dépasser la surface limite, il s'écoulera par les deux points singuliers et se disséminera dans l'espace.

» D'après cette théorie, toute comète devrait avoir deux queues, dirigées, l'une vers le Soleil, l'autre à l'opposé, ce qui est contraire à l'observation. La théorie était donc en défaut, ou elle était incomplète.

» C'est à ce moment que notre Confrère, M. Faye, introduisit dans la Science la notion d'une force répulsive, émanant du Soleil et s'exerçant principalement sur les matériaux de faible densité, tels que les parties qui constituent l'atmosphère des comètes; M. Faye réussit à expliquer, à l'aide de cette force, toutes les particularités présentées par la comète de Donati.

» M. Roche se trouva ainsi conduit à reprendre ses recherches sur la figure des comètes, en y introduisant la force de M. Faye.

» L'étude des nouvelles surfaces de niveau lui montra qu'elles étaient profondément modifiées; l'un des points singuliers de la surface limite se trouvait supprimé : c'était celui qui était tourné du côté du Soleil; donc,

dans la nouvelle hypothèse, les comètes ne devaient plus présenter qu'une queue opposée au Soleil.

» M. Roche put comparer jusque dans ses moindres détails les résultats de sa théorie avec ceux que l'observation avait fournis pour la comète de Donati; c'est ainsi qu'il expliqua la raie noire qui se trouvait au milieu de la queue, les changements de courbure présentés par certaines lignes de la queue.

» M. Roche a pu faire, dans un autre ordre d'idées, une application intéressante de ses idées en fixant une limite supérieure de la masse des comètes. Laplace avait prouvé que la masse de la comète de Lexell, qui a passé très près de la Terre, était au plus la $\frac{1}{5000}$ partie de la masse de la Terre; c'est là le seul renseignement qu'on ait eu pendant longtemps sur les masses des comètes. M. Roche a déduit de sa théorie une relation entre la masse d'une comète, le diamètre de son atmosphère et sa distance au Soleil; il est sans doute difficile de fixer par l'observation le diamètre de l'atmosphère d'une comète; toutefois, M. Roche a pu montrer d'une manière plausible que la masse de la comète de Donati était inférieure à la $\frac{1}{20000}$ partie de la masse de la Terre.

5° *Essai sur la constitution et l'origine du système solaire.*

» Les études de M. Roche sur la figure des corps célestes et sur la disposition des couches de niveau dans les atmosphères qui les entourent l'ont conduit à des résultats intéressants, applicables au Soleil, à son atmosphère et à la nébuleuse qui, par condensation progressive, a produit les divers membres du système solaire.

» M. Roche a été amené ainsi à développer la belle théorie cosmogonique de Laplace, à la préciser sur certains points, à la modifier sur d'autres.

» Ici encore, c'est l'étude géométrique des surfaces de niveau qui le conduit à des résultats nouveaux et intéressants.

» En suivant pas à pas la théorie de Laplace, on rencontre une première difficulté à propos de la Lune; à une certaine époque, la nébuleuse terrestre a dû s'étendre au delà de la Lune; or, en calculant, d'après les idées de Laplace, la plus grande distance où ait jamais atteint l'atmosphère terrestre, on trouve que cette distance serait les trois quarts seulement de la distance de la Terre à la Lune.

» Une difficulté du même ordre se présente à propos de l'anneau de Saturne, qui est considéré par Laplace comme une preuve encore subsistante, un témoin des phases par lesquelles ont passé les zones délaissées par

le Soleil avant de se transformer en planètes. Les anneaux de Saturne se trouvent à moitié compris dans une région où il serait impossible que l'atmosphère de Saturne eût abandonné ces matériaux.

» M. Roche a éclairci ces points délicats, et beaucoup d'autres analogues dans le système solaire, à l'aide d'une conception ingénieuse. Laplace n'avait considéré que les parties abandonnées par la nébuleuse solaire dans la région de l'équateur. M. Roche a montré que la position de la nébuleuse solaire devenue libre ne vient pas seulement de l'équateur, mais d'une nappe superficielle qui s'étend beaucoup plus loin vers les deux pôles et qui se met à couler vers l'ouverture équatoriale.

» Il a été ainsi conduit à admettre la formation d'anneaux intérieurs à la nébuleuse, qui deviennent libres plus tard, mais dans des conditions autres que les anneaux extérieurs de Laplace ; c'est dans ces anneaux intérieurs qu'il trouve une explication plausible de phénomènes qui échappaient à la théorie cosmogonique de Laplace.

» Dans cette exposition rapide, nous avons laissé de côté des travaux importants dont nous dirons un mot en terminant.

» M. Roche a appliqué la méthode de la variation des constantes arbitraires, recommandée par Poisson, à la détermination de l'inégalité parallactique du mouvement de la Lune; Poisson avait fait lui-même ce calcul, mais incomplètement; il avait omis, en effet, plusieurs termes sensibles, dont M. Roche a tenu compte.

» Nous mentionnerons également ses Mémoires sur la lumière du Soleil; ses recherches historiques sur les offuscations du Soleil, sur l'ancien observatoire de Montpellier; son travail sur le climat actuel de Montpellier, comparé aux observations du siècle dernier.

» Enfin, dans un autre ordre d'idées, M. Roche a trouvé pour la série de Taylor une forme du reste, qui figure aujourd'hui dans tous les Traités de Calcul différentiel.

» Par la variété, l'étendue et l'importance de ses recherches astronomiques, M. Roche s'est fait une place à part; la Section d'Astronomie a voulu lui donner un témoignage de haute estime en le mettant sur la liste des candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Liouville.

» Moins de deux semaines après la lecture de ce Rapport, qu'elle avait pleinement approuvé, l'Académie apprenait le décès de M. Roche; elle a voulu honorer la mémoire d'un savant éminent qui, pendant quarante années, a occupé avec une rare distinction la chaire d'Astronomie de la Fa-

culté des Sciences de Montpellier, et elle a décidé l'impression de ce Rapport dans les *Comptes rendus*. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour la détermination des ascensions droites des polaires et de l'inclinaison au-dessus de l'équateur* (suite); par M. LŒWY [1].

« Dans la précédente Communication, le développement de la formule définitive relative à la détermination de l'inclinaison de l'axe au-dessus de l'équateur, inclinaison représentée par n, a donné

$$n = \frac{P' - P''}{\Delta'' - \Delta'}\,\frac{P' + P''}{2} + \left(\frac{l'' + l'}{2} - \nu_0\right)\cos\frac{P' + P''}{2} - I\sin\frac{P' + P''}{2};$$

le système d'équations qui a servi de point de départ est le suivant :

$$(1)\qquad \begin{cases} \sin\delta = -\sin n \sin\Delta' + \cos n \cos\Delta' \sin\delta', \\ \sin\delta = -\sin n \sin\Delta'' + \cos n \cos\Delta'' \sin\delta'', \end{cases}$$

$$(2)\qquad \begin{cases} \cos(\tau' - m)\cos\delta = \cos\delta'\cos\Delta', \\ \cos(\tau'' - m)\cos\delta = \cos\delta''\cos\Delta'', \end{cases}$$

$$(3)\qquad \begin{cases} \sin(\tau' - m)\cos\delta = \cos n \sin\Delta' + \sin n \cos\Delta' \sin\delta', \\ \sin(\tau'' - m)\cos\delta = \cos n \sin\Delta'' + \sin n \cos\Delta'' \sin\delta'', \end{cases}$$

$$(4)\qquad \begin{cases} \sin(\tau' - m)\cos\delta\cos n = \sin\Delta' + \sin n \sin\delta, \\ \sin(\tau'' - m)\cos\delta\cos n = \sin\Delta'' + \sin n \sin\delta. \end{cases}$$

» Nous allons maintenant déterminer quel est l'intervalle de temps nécessaire entre les deux opérations conjuguées pour que le coefficient de l'inconnue $\frac{P' + P''}{\Delta'' - \Delta'}$ devienne égal à l'unité. En combinant les deux équations (3) et en négligeant m et n, ce qui est permis ici, on obtient

$$(5)\qquad \cos\delta \sin\frac{\tau'' - \tau'}{2}\cos\frac{\tau'' + \tau'}{2} = \sin\frac{\Delta'' - \Delta'}{2}\cos\frac{\Delta'' + \Delta'}{2};$$

d'une façon analogue, on obtient par les équations (2)

$$(6)\qquad \begin{cases} \cos\delta\cos\frac{\tau'' - \tau'}{2}\cos\frac{\tau'' + \tau'}{2} = \cos\frac{\delta'' + \delta'}{2}\cos\frac{\delta'' - \delta'}{2}\cos\frac{\Delta'' + \Delta'}{2}\cos\frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \\ \qquad\qquad + \sin\frac{\delta'' + \delta'}{2}\sin\frac{\delta'' - \delta'}{2}\sin\frac{\Delta'' + \Delta'}{2}\sin\frac{\Delta'' - \Delta'}{2}, \end{cases}$$

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 16 avril 1883, p. 1098.

et finalement, en divisant (5) par (6), on a

$$\tang\frac{\tau''-\tau'}{2}=\frac{\tang\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}{\cos\frac{\delta''+\delta'}{2}\cos\frac{\delta''-\delta'}{2}+\sin\frac{\delta''+\delta'}{2}\sin\frac{\delta''-\delta'}{2}\tang\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\tang\frac{\Delta''-\Delta}{2}}.$$

» Si l'on considère que $\Delta''-\Delta'$ est tout au plus 1°20′ et que $\Delta''+\Delta'$ et $\delta''-\delta$ sont très faibles, puisque les observations doivent être faites symétriquement des deux côtés du plan instrumental, on reconnaît facilement que le premier terme du dénominateur se réduit à $\frac{P''+P'}{2}$. Le second terme étant une faible quantité du troisième ordre, on peut écrire

$$\tang\frac{\tau''-\tau'}{2}=\frac{\Delta''-\Delta'}{2\left(\frac{P''+P'}{2}\right)};$$

en posant $\frac{\Delta''-\Delta'}{\frac{P''+P'}{2}}=1$, on aura

$$\tang\frac{\tau''-\tau'}{2}=\frac{1}{2};$$

par conséquent,

$$\frac{\tau''-\tau'}{2}=1^{h}46^{m};$$

par suite, pour que n soit uniquement affecté de l'erreur qui dépend de l'inexactitude des pointés en distance polaire, il faut que l'intervalle écoulé soit égal à trois heures et demie. En admettant pour $\frac{P''+P'}{2(\Delta''-\Delta')}$ la valeur $\frac{3}{2}$, on aura

$$\tang\frac{\tau''-\tau'}{2}=\frac{1}{3}=1^{h}7^{m},$$

c'est-à-dire l'intervalle de temps égal à deux heures un quart. Comme on le voit, sans augmenter d'une façon notable l'erreur tenant au premier terme, on peut diminuer sensiblement l'intervalle de temps entre les deux opérations conjuguées, mais il ne faudrait pas descendre au-dessous de la limite de deux heures un quart, à moins d'être obligé de multiplier dans une proportion notable les pointés sur la polaire.

» Il reste encore à indiquer pour la pratique le moyen de reconnaître parmi les polaires qui passent celles qui se trouvent dans les conditions favorables exigées pour la solution du problème. D'après ce qui a été exposé, on doit surtout observer symétriquement par rapport au méridien

et de façon que le chemin parcouru par l'astre soit égal à la distance polaire apparente. Par conséquent, lorsque l'on dirige la lunette vers le pôle en faisant la lecture de la distance instrumentale, toutes les étoiles dont la valeur $l - \varphi_0 = \frac{P'}{2}$ réaliseront les conditions requises.

» Les valeurs numériques suivantes pour l'inclinaison de l'axe au-dessus de l'équateur ont été trouvées dans quatre nuits d'observations par M. Renan et moi, et dans des conditions très variées, choisies quelquefois volontairement défavorables. C'est ainsi que, le 5 avril, les étoiles ont été observées à travers des nuages et près de l'extinction. Il a fallu alors recourir aux fils brillants pour pouvoir distinguer ces astres, dont la grandeur variait entre la dixième et la huitième. Les mesures n'ont pas toujours été effectuées symétriquement par rapport au plan instrumental, de sorte que la valeur de P′ — P″ atteignait 6′. Dans la soirée du 9 avril, comme on le voit, on a abrégé d'une façon notable l'intervalle entre les observations conjuguées.

	Avril 2.		Avril 5.		Avril 6.		Avril 9.	
	n.	Intervalle entre les observations.	*n*.	Intervalle entre les observations.	*n*.	Intervalle entre les observations.	*n*.	Intervalle entre les observations.
	s	h m	s	h m	s	h m	s	h m
Polaire 1.	—0,48	3.28	—0,42	3.13	—0,49	3.50	—0,41	3.2
Polaire 2.	—0,51	3.44	—0,37	3.15	—0,55	3.49	—0,34	3.3
Polaire 3.	—0,55	3.48	—0,37	3.20	—0,56	3.44	—0,35	2.9
Polaire 4.	—0,53	3.42	—0,34	2.53	—0,52	3.45		

» L'azimut de la mire a été déduit au moyen des polaires par la méthode ordinaire et par la nouvelle méthode.

Dates.	Méthodes ordinaire.	Méthodes nouvelle.
	s	s
Avril 2	+ 2,80	+ 2,75
» 5	+ 2,80	+ 2,76
» 6	+ 2,63	+ 2,77
» 9	+ 2,63	+ 2,63

» On constate l'accord très satisfaisant que présentent aussi bien les valeurs individuelles de *n* que les valeurs trouvées pour l'azimut de la mire. La discordance du 9 avril s'explique par une petite erreur commise dans le nivellement ou dans la lecture de la mire, quantités qui entrent dans la détermination de l'azimut.

» Nous allons maintenant établir le principe de la seconde méthode qui repose sur l'observation du temps combinée avec la mesure de la distance par rapport au plan instrumental. Par la combinaison des équations (1) ou (3) on obtient

$$\sin(\tau' - m)\cos\delta\cos n = \sin\Delta' + \sin n\sin\delta, \tag{7}$$

$$\sin(\tau'' - m)\cos\delta\cos n = \sin\Delta'' + \sin n\sin\delta; \tag{8}$$

de là on a

$$\begin{aligned}\sin n\sin\delta[\sin(\tau'' - m) - \sin(\tau' - m)]\\ = \sin\Delta''\sin(\tau' - m) - \sin\Delta'\sin(\tau'' - m)\end{aligned}$$

et ensuite

$$\left\{\begin{aligned}\sin n\sin\delta = &- \sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\\ &+ \frac{\sin\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}}{\operatorname{tang}\dfrac{\tau''-\tau'}{2}}\operatorname{tang}\left(\frac{\tau''+\tau'}{2} - m\right).\end{aligned}\right. \tag{9}$$

» En désignant par t' et t'' les époques des observations, par $\mathcal{A}$ l'ascension droite de la polaire, on aura

$$\left\{\begin{aligned}\sin n\sin\delta = &- \sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\\ &+ \frac{\sin\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}}{\operatorname{tang}\dfrac{t''-t'}{2}}\operatorname{tang}\left(\frac{t''+t'}{2} - \mathcal{A} - m\right).\end{aligned}\right. \tag{10}$$

» On peut aussi écrire

$$n\sin\delta = -\frac{\Delta''+\Delta'}{2} + \frac{\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}}{\operatorname{tang}\dfrac{t''-t'}{2}}\operatorname{tang}\left(\frac{t''+t'}{2} - \mathcal{A} - m\right);$$

on voit que la valeur de n sera indépendante de l'ascension droite de la circumpolaire lorsque $\frac{t''-t'}{2}$ sera égal à 90°; dans ce cas, $n\sin\delta$ devient égal à $-\frac{\Delta''+\Delta'}{2}$. On remarquera qu'il y a une infinité de solutions par lesquelles on arrive à satisfaire à cette condition; elle aura lieu lorsque les deux observations conjuguées seront faites à douze heures d'intervalle.

» Il importe de rechercher quel est l'angle horaire qui donne pour l'in-

connue la précision la plus élevée. Pour faciliter cette discussion, nous allons donner à la dernière équation une forme un peu différente.

» En retranchant (7) de (8), on a

$$\cos\delta\cos n\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}\cos\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)=\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2};$$

en substituant dans (9) les valeurs trouvées pour $\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}$, on obtient

$$\begin{aligned}\sin n\sin\delta = &-\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\\ &+\cos\delta\cos n\sin\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)\cos\left(\frac{\tau''-\tau'}{2}\right),\end{aligned}$$

ou

$$n\sin\delta=-\frac{\Delta''+\Delta'}{2}+\cos\delta\cos n\sin\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)\cos\frac{\tau''-\tau'}{2}.$$

» En différentiant par rapport à $\tau''-\tau'$ et $\tau''+\tau'$, on obtient

$$\begin{aligned}dn\sin\delta = &-d\frac{\Delta''+\Delta'}{2}+\cos\delta\cos n\cos\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)d\frac{\tau''+\tau'}{2}\cos\left(\frac{\tau''-\tau'}{2}\right)\\ &-\cos\delta\cos n\sin\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}\,d\frac{\tau''-\tau'}{2};\end{aligned}$$

dans le cas où $\frac{\tau''-\tau'}{2}=90^\circ$, on aura

$$dn\sin\delta=-\cos\delta\cos n\cos(\tau+m)d\frac{\tau''-\tau'}{2}\sin 1''-d\frac{\Delta''+\Delta'}{2},$$

et, $\frac{\tau''-\tau'}{2}$ étant égal à $\frac{t''-t'}{2}$, on voit que l'erreur provenant de l'estime des polaires est un maximum quand $\tau''-\tau'=0$, c'est-à-dire à l'époque des passages supérieurs et inférieurs. La méthode ordinairement employée est donc la moins exacte pour la détermination de la valeur absolue de n.

» Pour déduire maintenant les ascensions droites par cette méthode, nous allons combiner les deux équations (4)

$$\begin{aligned}\sin(\tau'-m)\cos\delta\cos n &= \sin\Delta'+\sin\delta\sin n,\\ \sin(\tau''-m)\cos\delta\cos n &= \sin\Delta''+\sin\delta\sin n.\end{aligned}$$

» En éliminant n, on a

$$\cos\delta\cos n\left(\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}\cos\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)=\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}=\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2},$$

et, en différentiant, par rapport à $\tau'' - \tau'$ et $\tau'' + \tau'$,

$$\cos\frac{\tau''-\tau'}{2}\cos\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)d\frac{\tau''-\tau'}{2}$$

$$-\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}\sin\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)d\frac{\tau''+\tau'}{2}=d\frac{\Delta''-\Delta'}{2},$$

en posant

$$\frac{\tau''-\tau'}{2}=90^\circ,\quad \frac{\tau''+\tau'}{2}-m=\mathcal{A}-\frac{t''+t'}{2}-m=\mathcal{A}-t'-90^\circ-m,$$

$$d\frac{\tau''+\tau'}{2}=d\mathcal{A}-d\frac{t''+t'}{2};$$

remplaçant dans l'équation différentielle, on obtient

$$-\cos(\tau'+m)\left[d\left(\frac{t'+t''}{2}\right)-d\mathrm{A}\right]=d\frac{\Delta''-\Delta'}{2},$$

d'où

$$d\mathrm{A}=d\left(\frac{t'+t''}{2}\right)+\frac{d\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}{\cos(\tau'+m)}.$$

» On reconnaît que l'erreur de dA tient à deux causes, à l'erreur dans l'estime du passage et à l'erreur des pointés sur la polaire. Cette dernière inexactitude atteint son maximum quand t' est égal à 90°; il convient donc de ne pas effectuer les mesures loin du méridien. Le cosinus de 45° étant 0,71, on peut commencer l'étude trois heures avant ou après le passage de l'astre au plan instrumental.

» En résumé, si l'on veut, dans l'intérêt général de la réduction, obtenir par ce procédé la plus grande exactitude pour l'inclinaison de l'axe, il faudra effectuer les observations lors de la plus grande digression, tandis que, si on limite le problème à la recherche des ascensions droites absolues des polaires, il convient de les déterminer près des époques des passages au méridien. On remplira d'une manière très satisfaisante les deux conditions à la fois, en les observant à trois heures d'angle horaire. Mais, si on limite l'étude à la recherche des ascensions droites des polaires, on peut, d'après les indications fournies par l'analyse et sans augmenter dans une proportion notable l'erreur, commencer l'observation trois heures avant ou trois heures après le passage au méridien. On a donc ainsi la possibilité de recueillir un plus grand nombre d'observations doubles. Il suffit, pour atteindre ce but, de choisir, pour le commencement, l'heure de telle façon que l'observation du jour se fasse à peu près à l'époque du lever ou du coucher du Soleil.

» Il nous reste encore à examiner l'exactitude relative dans la détermination de n par la première méthode et la méthode ordinaire.

» On a, d'après la première méthode, lorsque les observations sont faites symétriquement :

$$dn = d(P' - P'')\frac{P' + P''}{2(l'' - l')} - \cos\frac{P'' + P'}{2}\,d\frac{l' + l''}{2};$$

en posant

$$\frac{P' + P''}{2(l'' - l')} = 1 \quad \text{et} \quad \cos\frac{P'' + P'}{2} = 1,$$

on obtient

$$dn = d(P' - P'') - d\frac{l' + l''}{2}.$$

» Par la seconde méthode, on a

$$dn \sin\delta = -\cos\delta \cos n \cos(\tau' + m)\,d\frac{t'' - t'}{2}\sin 1'' - d\frac{\Delta'' + \Delta'}{2},$$

et, en posant pour le passage supérieur ou inférieur $\tau' = 0$ et mettant

$$\sin\delta = 1 \quad \text{et} \quad \cos n = 1,$$

on aura

$$dn = -\cos\delta\,d\frac{t'' - t'}{2}\sin 1'' - d\frac{l' + l''}{2}.$$

» Il n'y a qu'à comparer les deux valeurs de dn pour juger de l'exactitude relative. En supposant les observations faites avec un grossissement de cent fois, on peut admettre dans la région polaire, pour l'erreur tenant à l'estime, $0^s,035 \,\text{séc}\,\delta$ et, par conséquent,

$$-\cos\delta\,\frac{0,035\ \text{séc}\,\delta}{\sqrt{2}} = \pm 0^s,025.$$

» Lorsque l'on a effectué vingt pointés sur la polaire, l'erreur d'un pointé étant admise $0'',3$, on a pour l'erreur

$$P' - P'' = \frac{0'',3\sqrt{2}}{\sqrt{20}} = 0'',9;$$

par conséquent, au maximum, 0,01 de seconde de temps. On voit donc la supériorité du nouveau procédé sur l'ancien. »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques relations entre les températures de combustion, les chaleurs spécifiques, la dissociation et la pression des mélanges tonnants;* par M. **Berthelot.**

« Autrefois on calculait la température de combustion d'un mélange gazeux, d'après la chaleur développée, en supposant la combinaison totale et les chaleurs spécifiques des gaz composés, tels que l'acide carbonique et la vapeur d'eau, constantes et égales à la valeur qu'elles possèdent à la température ordinaire. Mais, depuis la découverte de la dissociation, on a reconnu que les températures ainsi calculées devaient être beaucoup trop élevées.

» M. Bunsen, en 1867, eut l'idée de les mesurer, ainsi que la dissociation elle-même, en déterminant la pression développée pendant l'explosion des mélanges gazeux, opérée en vases clos. Mais ses conclusions reposaient sur l'hypothèse de l'invariabilité des chaleurs spécifiques.

» J'ai montré, en 1877 (1), que cette hypothèse n'est pas admissible, et j'ai établi en même temps (circonstance inaperçue jusque-là) qu'on peut l'éliminer du problème des températures, ainsi que les chaleurs spécifiques mêmes, à l'aide de formules faciles à établir d'ailleurs : car elles dérivent de celles qui caractérisent en Physique le thermomètre à air; mais on les applique ici à la discussion d'un phénomène chimique.

» On peut, en effet, soit calculer la température de combustion et la dissociation, dans le cas où les gaz se combinent sans changement de volume (2), en connaissant seulement la chaleur totale de combinaison et la pression développée; soit calculer deux limites entre lesquelles la température de combustion est nécessairement comprise (3), sans autre donnée que la pression développée.

» En général, étant donné un système réversible, c'est-à-dire tel que la dissociation tende à en reproduire les composants initials, on a (4), d'après

(1) *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. VI, p. 94. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 302.

(2) *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. VI, p. 67 et 94.

(3) *Ibid.*, p. 97.

(4) t est la température de combustion; P la pression développée; H la pression initiale; g le rapport entre le volume des produits complètement combinés et celui des mêmes corps entièrement dissociés; k la fraction réellement combinée. Si la température initiale est supérieure à 0°, égale à τ par exemple; alors on remplace P par $P\left(1+\frac{\tau}{273}\right)$.

les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, et en partant de 0°,

$$(1) \qquad t = 273\left(\frac{P}{H_0}\frac{1}{1-k+kg} - 1\right).$$

» S'il n'y a pas dissociation, cette formule se réduit à

$$(2) \qquad t_1 = 273\left(\frac{P}{H_0}\frac{1}{g} - 1\right);$$

c'est l'une des deux limites cherchées. L'autre s'obtient en posant $k = 0$,

$$(3) \qquad t_2 = 273\left(\frac{P}{H_0} - 1\right).$$

» J'ai établi ainsi l'existence réelle de températures voisines de 3000°, températures élevées dont la production dans les phénomènes chimiques était alors regardée comme douteuse.

» Dans le cas où la combinaison ne change pas le volume, les deux limites se confondent et la température de combustion est déterminée.

» On peut tirer de ces formules des notions importantes sur les chaleurs spécifiques et sur la dissociation. En effet, la température de combustion étant connue, ainsi que la chaleur de combinaison Q, le quotient de ces deux quantités, soit

$$(4) \qquad \gamma = \frac{Q}{t},$$

représente, sans aucune hypothèse, la quantité moyenne de chaleur restituée par le système, pour chaque degré compris entre la température de combustion t et 0°. C'est ce que j'appellerai la *chaleur spécifique apparente moyenne du système.*

» Précisons-en la signification. S'il n'y a pas dissociation, ce sera la *chaleur spécifique moyenne du composé* (¹). En la comparant avec la chaleur spécifique du même corps, à la température ordinaire, on reconnaîtra si la chaleur spécifique est variable et quelle en est la variation.

» S'il y a dissociation, la chaleur spécifique apparente représente une quantité complexe, d'ordre physique et d'ordre chimique, qui comprend à la fois la chaleur spécifique du composé, celles de ses composants et la chaleur graduellement dégagée, à mesure que la combinaison se complète pendant le refroidissement. La connaissance de cette fonction complexe,

(¹) Sous une pression qui varie depuis P jusqu'à H.

pour une série de températures, est fort importante dans une multitude de phénomènes, car elle mesure le travail même nécessaire pour élever la température du composé. Si d'ailleurs on peut, par quelque autre voie, réussir à mesurer les chaleurs spécifiques distinctes du composé et des composants, on en déduit la dissociation.

» En tout cas, on peut obtenir une limite maximum de celle-ci. En effet, la chaleur spécifique des gaz composés va d'ordinaire en croissant avec la température. En multipliant la valeur qu'elle possède à la température ordinaire par la température t, celle-ci étant soit définie, soit prise égale à la plus basse des deux limites, t_2, on aura la plus faible quantité de chaleur compatible avec la formation de la proportion du composé qui donne lieu à la pression observée : le rapport entre cette quantité de chaleur et la chaleur totale de combinaison fournit donc une limite maximum de la dissociation.

» Supposons maintenant deux gaz élémentaires unis à volumes égaux, et sans condensation : d'après les lois théoriques connues, les chaleurs spécifiques des éléments doivent être égales sous un volume donné, et il en est de même de celle de leur composé. Dès lors, il suffirait de diviser la chaleur de combinaison, Q, par la chaleur spécifique du composé, telle qu'elle vient d'être définie, chaleur identique à la somme de celles des composants, pour obtenir la température, T, qui devrait se produire s'il y avait combinaison totale. Le rapport de la température effective, t, à la température T, soit $\frac{t}{T} = k$, serait précisément celui du volume de la portion réellement combinée au volume total, c'est-à-dire qu'il définirait la dissociation.

» Pour le gaz chlorhydrique, HCl, par exemple, on a : $P = 7^{atm}$ vers 15°; d'après MM. Mallard et Le Châtelier (*Journal de Physique*, 2e série, t. I, p. 182; 1882), il en résulterait $t = 1750°$. Soit encore 4,8 la valeur supposée constante et identique des chaleurs spécifiques à volume constant (HCl, H^2, Cl^2), et soit la chaleur de combinaison, $22\,000^{cal}$: la combinaison totale répondrait à 4600° et la fraction combinée à $\frac{1750}{4600} = 0{,}38$.

» Si l'on suppose au contraire la totalité combinée, la chaleur spécifique moyenne entre 0° et 1750°, à volume constant, sera 12,6; c'est-à-dire $2\frac{1}{2}$ fois aussi forte. En tout cas, ce serait là la chaleur spécifique apparente, telle qu'elle a été définie plus haut.

» Mais une réserve devient nécessaire. De semblables calculs auraient pu être admis complètement jusqu'à ces dernières années, c'est-à-dire jusqu'à l'époque où M. V. Meyer a montré que la densité du chlore varie, ce gaz

n'obéissant pas aux mêmes lois de dilatation que les autres éléments gazeux; sa chaleur spécifique connue l'emporte également sur celles des autres, circonstance corrélative. Dès lors le cas typique d'un gaz composé formé sans condensation, à la température même développée par la combinaison, demeure purement fictif, comme il arrive fréquemment dans la science.

» Les calculs mêmes qui font l'objet de la présente Note, pas plus que ceux qui concernent les volumes moléculaires, ou les poids atomiques des gaz, ne pourraient être établis pour des gaz qui ne suivraient pas tous les mêmes lois de dilatation et de compressibilité; réserve trop souvent oubliée.

» En fait, dans tous les cas connus relatifs aux éléments, au moment de la combustion, il y a changement de volume par le fait de la combinaison : bien entendu en rapportant les corps, composants et composés, à la même température.

» A ce point de vue, on doit distinguer deux genres de systèmes : les systèmes réversibles et les systèmes non réversibles.

» Les systèmes réversibles sont tels que les composés formés soient susceptibles de régénérer par dissociation les composants originaux : tels sont l'acide carbonique, en tant que formé d'oxyde de carbone et d'oxygène, et la vapeur d'eau, en tant que formée d'hydrogène et d'oxygène. Le système initial peut contenir soit un seul gaz combustible, soit les deux, et ils peuvent être associés avec des gaz inertes, c'est-à-dire ne participant pas à la combustion, tels que l'azote, ou bien encore un excès de l'un de ses composants, oxygène ou hydrogène : ce qui abaisse de plus en plus la température de combustion.

» En mesurant la pression développée par la combustion de chacun de ces systèmes, on obtient une suite de valeurs des températures t_1 et t_2; et l'on en tire une suite correspondante de valeurs pour les chaleurs spécifiques apparentes et pour la dissociation. C'est ce que je montrerai prochainement, en discutant, tant les anciennes observations de M. Bunsen, que celles de MM. Mallard et Le Châtelier, et les déterminations spéciales que j'ai faites en commun avec M. Vieille.

» J'insisterai principalement sur une autre série de données, obtenues par l'étude d'un groupe tout différent de mélanges combustibles : ce sont les *mélanges isomères*, c'est-à-dire formés des mêmes corps élémentaires, associés suivant un état différent de combinaison dans les mélanges initials, mais fournissant après combustion un mélange identique. Nous avons déjà utilisé ces systèmes dans l'étude de l'onde explosive. Ils se distinguent des précédents, parce que plusieurs d'entre eux ne sont pas réversibles par dissociation. Tels sont, par exemple, les systèmes formés par les car-

bures fondamentaux et l'oxygène, comparés aux systèmes formés par des mélanges d'hydrogène, d'oxyde de carbone et d'oxygène :

$$C^2H^4 + O^8 \quad \text{et} \quad C^2O^2 + 2H^2 + O^6;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C^4H^6 + O^{14}, \quad C^4H^4 + H^2 + O^{14}, \quad C^4H^2 + 2H^2 + O^{14}, \\ C^4H^6O^2 + O^{12} \quad \text{et} \quad 2C^2O^2 + 3H^2 + O^{10}; \end{array} \right.$$

$$C^4H^4 + O^{12}, \quad C^4H^4O^2 + O^{10} \quad \text{et} \quad 2C^2O^2 + 2H^2 + O^6;$$

$$C^6H^6 + O^{18}; \quad C^8H^8 + O^{24}; \quad C^8H^{10}O^2\,(\text{éther}) + O^{22};$$

$$C^4H^2 + O^{10} \quad \text{et} \quad 2C^2O^2 + H^2 + O^6; \quad \ldots;$$

tous systèmes entièrement combustibles, mais avec des dégagements de chaleur très différents et des condensations inégales.

» Ici, dans l'évaluation des températures limites, il convient de tenir compte de la dissociation des produits, eau et acide carbonique, en hydrogène, oxygène et oxyde de carbone.

» Soit g_1 la condensation répondant à ces dernières combinaisons (quantité égale à $\frac{2}{3}$ pour les simples mélanges d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, dans les proportions d'une combustion exacte); les deux températures limites sont

$$t_1 = 273\left[\frac{P\left(1 + \frac{\tau}{273}\right)}{H}\frac{1}{g} - 1\right], \quad t_2 = 273\left[\frac{\left(1 + \frac{\tau}{273}\right)}{H}\frac{g_1}{g} - 1\right].$$

» Pour mieux définir cet ordre d'expériences, je dirai que les deux mélanges isomères : $C^4H^6O^2$ (éther méthylique) + O^{12}, et $2C^2O^2 + 3H^2 + O^{10}$, dégagent à peu près la même quantité de chaleur, le second occupant un volume presque double du premier. C'est donc comme si l'on avait opéré avec un même système, sous deux pressions initiales très différentes. Cette condition est fort difficile à réaliser directement; mais nous nous proposons de l'obtenir aussi par d'autres artifices.

» Dès à présent, nous avons ainsi étudié, avec M. Vieille, un certain nombre de mélanges isomères, entièrement combustibles.

» Nous avons également étudié les mélanges isomères formés par les gaz azotés, combustibles ou comburants, lesquels fournissent un produit non brûlé, l'azote. Tels sont :

$$C^4Az^2 + O^8; \quad 2C^2O^2 + Az^2 + O^4;$$

$$C^4Az^2 + 4Az^2 + O^8; \quad C^4Az^2 + 4Az^2O^2; \quad C^4Az^2 + 2Az^2 + 4AzO^2;$$

$$H^2 + Az^2O^2; \quad H^2 + Az^2 + O^2;$$

$$C^2O^2 + Az^2O^2; \quad C^2O^2 + Az^2 + O^2; \quad \ldots.$$

» On conçoit quelle variété d'expériences on peut instituer, en partant de ces méthodes, et comment elles conduisent à approfondir à la fois la question de la dissociation et celle de la variation des chaleurs spécifiques. Nous en avons exécuté un grand nombre; nous en présenterons prochainement le détail et la discussion. Mais il a paru utile de les faire précéder d'un exposé des principes qui nous ont dirigés. »

GÉOGRAPHIE. — *Note sur le projet de création, en Algérie et en Tunisie, d'une mer dite intérieure;* par M. **E. Cosson**. (Extrait par l'auteur.)

« Les nouvelles recherches de M. Roudaire et le récent et rapide voyage de M. de Lesseps dans la région des Chott me paraissent n'avoir fourni aucune donnée nouvelle à l'appui du projet de creusement du canal par lequel on se propose de mettre en communication la Méditerranée avec le Chott Melghir; aussi ne reprendrai-je pas une discussion qui me semble épuisée. Je me bornerai, en m'appuyant sur les conclusions de la Commission supérieure chargée, au mois de juin dernier, d'examiner le projet et sur les considérations qu'à plusieurs reprises j'ai eu l'honneur d'exposer devant l'Académie et que j'ai développées dans un Mémoire spécial [*Sur le projet de création, en Algérie et en Tunisie, d'une mer intérieure* (1882)], à reproduire, sous une forme concise, les arguments qui me paraissent démontrer que les conséquences avantageuses attribuées à la réalisation du projet ne sont pas réelles ou au moins plus qu'hypothétiques.

» ..... Je constaterai, une fois de plus, que M. Roudaire a été forcé de renoncer à l'hypothèse qui a été le point de départ du projet et de reconnaître que les Chott El-Djerid, El-Gharsa et Melghir n'ont pas été en communication avec la Méditerranée à l'époque géologique actuelle.

» ..... Les modifications successives que M. Roudaire a dû faire subir à son projet montrent suffisamment combien même les résultats de ses travaux sont venus contrarier ses prévisions. — A la suite des premières études faites par M. Roudaire dans le Chott Melghir, il suffisait de percer un canal à travers le relief de Gabès. — Plus tard, après des études plus étendues et plus complètes, l'œuvre devenait moins simple : il fallait percer le seuil de Gabès, creuser un canal dans le lit du Chott El-Djerid pour amener les eaux au seuil de Kriz; puis percer le seuil de Kriz pour remplir le Chott El-Gharsa, enfin pratiquer dans le seuil d'Asloudj un autre canal pour le remplissage du Chott Melghir. — La troisième mission

amène de nouvelles complications : il faut déverser les eaux de la Méditerranée, par-dessus le relief de Gabès, au moyen de deux machines à vapeur de chacune 550 chevaux; percer le seuil de Gabès; obtenir, par des dragages, soit le creusement d'un canal dans toute la longueur du Chott El-Djerid, soit le creusement de toute l'étendue du bassin de ce Chott; puis percer le relief de Kriz de manière à déverser dans le Chott El-Gharsa les eaux, les sables, les vases fournis par le grand Chott El-Djerid; pratiquer enfin le percement du seuil d'Asloudj, qui permettra de déverser dans le lit du Chott Melghir le mélange d'eaux douces, d'eaux salées, de sables, de vases, de détritus résultant d'un travail dont la durée est évaluée par M. Roudaire lui-même à plus de huit ans. — L'exécution de ce troisième projet étant presque impossible, en raison de la constitution du Chott El-Djerid et de la faible étendue relative du Chott El-Gharsa « dont la superficie submersible est très incertaine », M. Roudaire a été amené à présenter à la Commission un quatrième projet. « D'après ce » dernier tracé, le canal longerait les bords septentrionaux du Chott El-» Djerid, et franchissant, au seuil de Kriz, le relief qui s'élève en avant du » Chott El-Gharsa, il irait ainsi directement du golfe de Gabès au Chott » El-Gharsa; puis les Chott El-Gharsa et Melghir seraient mis en commu-» nication par le percement du seuil d'Asloudj. »

» Au début quelques millions devaient suffire, tandis qu'au sein de la Commission les évaluations les plus modérées portent la dépense à plus d'un milliard.

» Il est vrai que notre éminent Confrère M. de Lesseps affirme que partout les terrains sont d'une extraction facile; mais, même en admettant que dans le cours des travaux il ne surgisse pas d'obstacles pour la mise à exécution d'un projet qui a déjà subi des vicissitudes si nombreuses, rien que pour creuser un canal de 25^m à 30^m devant être agrandi au moyen du courant lui-même [1], le prix de la tranchée est évalué, dans le Rapport publié par M. de Lesseps dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 1116), à une somme de 150 millions. Même en acceptant ces données optimistes, nous sommes bien loin des premières évaluations, et quand on aura creusé cette longue tranchée de 224^{km}, dont on espère l'élargissement naturel, il faudra créer un port dans le golfe de Gabès, protéger ce port par des jetées et mo-

---

[1] « Le système de l'entraînement des déblais par les eaux, d'après la première Sous-Commission, ne saurait être considéré comme consacré par l'expérience. »

difier par des dragages, dont l'importance est impossible à prévoir, le fond même du golfe de Gabès actuellement à peine accessible à la grande navigation. Et quand les eaux de la Méditerranée auront pénétré dans le Chott Melghir, il faudra, sur de nombreux points, niveler le lit de ce Chott où, au voisinage du seuil d'Asloudj, s'élèvent des reliefs de près de 20^m, il faudra en régulariser les contours, qui dans une grande partie de son pourtour s'épanouissent en lagunes sans profondeur, et, pour éviter l'échouage des navires sur des plages à pente généralement insensible, creuser le sol partout où à des profondeurs de plusieurs mètres succèdent, et à faible distance, des cotes à zéro.

» ... La communication qui serait établie entre le golfe de Gabès et le Chott Melghir ne me paraît pas pouvoir amener les conséquences avantageuses qu'on se plaît à lui attribuer, mais devoir au contraire constituer un véritable danger. En effet, l'établissement du canal ne pourrait être que préjudiciable, puisqu'il entraînerait le drainage des eaux superficielles en même temps qu'il pourrait compromettre le régime des nappes artésiennes qui alimentent les oasis du Blad-el-Djerid et de l'Oued-Rir. Or tout le monde sait que dans la région Saharienne l'eau est la véritable cause de la fertilité, quelle que soit la nature du terrain, et en réalité dans la région des Chott les eaux ne manquent pas, si l'on sait, comme les Romains, en tirer bon parti, les amener là où elles manquent et les dériver là où elles sont trop abondantes.

« ... L'œuvre serait durable, dit-on (*Comptes rendus*, séance du 16 avril » 1883, p. 1113), puisque, même en admettant les hypothèses les plus » défavorables au sujet de l'évaporation et de la saturation, la mer intérieure » serait assurée d'une existence de mille à quinze cents ans.... A aucun » point de vue la mer intérieure ne pourrait être nuisible, mais, au con- » traire, elle favoriserait le développement de la colonisation en amélio- » rant le climat, en assainissant des régions insalubres et en y apportant » la fécondité. »

» ... M. Roudaire admet que dans le canal destiné à l'alimentation de la mer projetée il s'établira deux courants superposés, l'un d'aller, l'autre de retour. Or la première Sous-Commission « a constaté que rien ne permet » d'affirmer la possibilité de l'existence de deux courants inverses et si- » multanés dans un canal d'une telle longueur et d'une profondeur relati- » vement aussi faible (Rapport de la Commission supérieure, p. 537) ». Il n'est pas non plus démontré qu'avec les dimensions actuellement réduites

du canal le remplissage des Chott El-Gharsa et Melghir soit possible, et que, s'il peut être effectué, il soit permanent; il est bien plus probable, au contraire, que la prétendue mer ne deviendrait qu'une véritable saline.

» ... Je crois avoir démontré que les effluves maritimes soulevés par les vents exerceraient sur les Dattiers des oasis situées au voisinage de la mer la plus fâcheuse influence.

» ... Le climat local lui-même ne subirait pas de modification sensible, et ce qui le prouve c'est l'aridité extrême des bords de la mer Caspienne, de la mer Rouge et du golfe Persique, qui sont de véritables mers intérieures.

» ... La mer intérieure submergerait des milliers de Dattiers et une grande partie des terrains si fertiles de la Farfaria, mais elle ne contribuerait en rien à l'assainissement du pays (*voir* Coss., *loc. cit.*, p. 21), puisque l'insalubrité de ces régions ne résulte pas du voisinage des Chott, généralement à sec en été et dont le sol est recouvert en cette saison d'une couche saline qui s'oppose à la décomposition des matières organiques, mais bien des flaques d'eau, des puits artésiens effondrés, des canaux des jardins des oasis mal entretenus et sans écoulement, de détritus de toutes sortes et de fossés fétides au voisinage des villages. L'insalubrité et la stérilité d'une partie de la région des Chott cesseront dès que, par un aménagement rationnel des eaux, par le rétablissement des canaux et des aqueducs antiques, la contrée se trouvera dans les mêmes conditions que du temps de l'occupation romaine ([1]).

» L'utilité de la mer intérieure est donc plus que contestable aux divers points de vue que je viens d'indiquer. Ses avantages ne sont pas mieux démontrés au point de vue de « l'accroissement de notre puissance militaire et maritime et de l'importance de la nouvelle voie ouverte au commerce, à l'industrie et à la sécurité de l'Algérie », et je ne puis que renvoyer au chapitre (*voir* Coss., *loc. cit.*, p. 29) où j'ai traité ce côté de la question avec le développement qu'il comporte. Je répéterai seulement que les caravanes qui partent de Ghadamès, centre commercial du Nord-Est du Sahara, ne se dirigeront pas par la mer intérieure sur Gabès, mais continue-

---

([1]) « La stérilité et la dépopulation actuelles de parties de la Tunisie et de la province de Constantine, si prospères et si peuplées du temps des Romains, et même encore après la conquête arabe, ne datent que de l'occupation ottomane et des guerres intestines, qui au xve et au xvie siècle devinrent de plus en plus fréquentes. » [*Voir* G. Vilain, in *Bulletin de l'Association scientifique de France*, 2e série, t. IV (1882), p. 305 à 323.]

ront à suivre la route de Tripoli, cette route offrant un trajet facile, de moitié moins long et évitant dix journées de marche dans les sables et sans eau. Je rappellerai aussi que le chemin de fer de Biskra, surtout quand il sera prolongé jusqu'à Tougourt, desservira plus efficacement le commerce, du reste très réduit, de la région des Chott que ne pourrait le faire la mer intérieure, Gabès n'étant pas un centre commercial.

» ..... Je persiste dans les conclusions de mes précédentes communications à l'Académie, confirmées par l'opinion des anciens collaborateurs de M. Roudaire, MM. Baudot et Parisot (*voir* Coss., *loc. cit.*, p. 35-43) et par les discussions qui se sont produites au sein des trois Sous-Commissions entre lesquelles ont été répartis les membres de la Commission supérieure chargée de l'examen du projet de mer intérieure dans le sud de l'Algérie et de la Tunisie, et, en terminant, j'exprime le vif désir que le Gouvernement ne donne, sous aucune forme, son concours à un projet condamné par tous ceux qui connaissent le mieux le pays et la question.

» Pour l'établissement de la mer intérieure, on ne demande, il est vrai, à l'État, aucune subvention pécuniaire, « mais simplement la concession » d'une zone d'environ deux millions d'hectares de terres aujourd'hui » incultes, autour de la future mer, ainsi que la concession de forêts dans » l'Aurès ». — Les terrains et les forêts concédés qui seraient la principale, sinon la seule source réelle de revenus pour la Société qui se constituerait en vue de l'exécution des travaux, ne constituent-ils pas une véritable subvention demandée à l'État en vue de la réalisation d'un projet contre lequel la Commission supérieure, appelée à statuer en dernier ressort, au point de vue de l'intervention du Gouvernement, a, après une discussion approfondie, conclu de la manière la plus formelle ([1])? — Ne serait-il pas profondément regrettable, au point de vue de la colonisation, que l'État se dessaisît de la libre disposition d'une immense étendue de territoire, égale à celle de quatre de nos départements, dont la salubrité et la fertilité seraient assurées, comme pendant l'occupation romaine, par des travaux d'une exécution facile ? Ces travaux n'entraîneraient qu'une bien faible dépense en regard des centaines de millions qui devraient être consacrés à la mise à exécution d'un projet qui ne repose que

---

([1]) « La Commission.... considérant que les dépenses de la mer intérieure seraient hors de proportion avec les résultats qu'on peut en espérer, est d'avis qu'il n'y a pas lieu pour le Gouvernement français d'encourager l'entreprise. »

sur des données plus qu'incertaines, dont la réalisation n'offre que des avantages problématiques et ne peut que nuire au développement de la colonisation. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *Liouville*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Ossian Bonnet obtient	. . . . .	31 suffrages
M. Resal »	. . . . .	6

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Resal obtient . . . . 39 suffrages

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Ossian Bonnet**
En seconde ligne	M. **Resal**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger le Concours de l'année 1883.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Francœur : MM. Hermite, C. Jordan, Bertrand, Bouquet et Ossian Bonnet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Tisserand.

Prix extraordinaire de six mille francs, destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales : MM. Dupuy de Lôme, Pâris, Rolland, Jurien de la Gravière et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Perrier et Resal.

Prix Poncelet : MM. Hermite, Bertrand, Bouquet, Resal et Jordan réu-

nissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Rolland.

Prix Montyon (*Mécanique*) : MM. Tresca, Rolland, Resal, Phillips et Bresse réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et de Saint-Venant.

Prix Plumey : MM. Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, Tresca, Phillips et Pâris réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Rolland.

Prix Fourneyron (*Etude théorique et expérimentale sur les différents modes de transmission du travail à distance*) : MM. Tresca, Cornu, Rolland, de Freycinet et Jamin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Desains.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. **Frick** adresse à l'Académie, pour le Concours des Arts insalubres, un « Mémoire explicatif et descriptif de l'appareil de ventilation de Frick pour l'assainissement des mines, des villes et des habitations ».

(Renvoi à la Commission du Concours.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le 3ᵉ cahier des *Acta mathematica*, Journal rédigé par M. *G. Mittag-Leffler*.

2° Un Volume intitulé « Renseignements météorologiques sur le littoral de la France », par M. *E. Allard*. (Présenté par M. H. Mangon.)

3° Deux brochures de M. *Ch. Brongniart*, portant pour titres : « Sur un nouvel insecte fossile des terrains carbonifères de Commentry et sur la faune entomologique du terrain houiller » ; « Note complémentaire sur le *Titanophasma Fayoli* et sur les *Protophasma Dumasii et Woodwardii.* » (Présentées par M. Alph.-Milne Edwards.)

M. **Sappey** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par suite du décès de M. *Sédillot*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Richet** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Sur une manière de déterminer l'angle de position d'un point de la surface d'un astre à l'aide d'une lunette horizontale.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Tisserand.

« Concevons trois axes de coordonnées rectangulaires ayant pour origine le centre de l'image réfléchie projetée dans une direction quelconque D, et supposée sans renversement. L'axe des x est dirigé suivant la méridienne du côté du sud, l'axe des y vers l'ouest, celui des z vers le zénith.

» Les angles suivants détermineront les positions par rapport à ces axes des diverses droites considérées :

α, β, γ pour un rayon quelconque R du disque;
α', β', γ' pour ce même rayon dans l'image réfléchie;
l, m, n pour la direction du rayon visuel S mené au centre de l'astre;
l_0, m_0, n_0 pour la droite D suivant laquelle on projette l'image.

» En exprimant que l'image du rayon R prend une position symétrique, par rapport au miroir, de celle qu'il occupe sur le disque de l'astre, et que la normale au miroir est bissectrice de l'angle du rayon visuel S et de la direction D, on obtient

$$(1)\qquad \frac{\cos(\mathrm{R}, \mathrm{D})}{2\cos^2\frac{1}{2}(\mathrm{S}, \mathrm{D})} = \frac{\cos\alpha' - \cos\alpha}{\cos l + \cos l_0} = \frac{\cos\beta' - \cos\beta}{\cos m + \cos m_0} = \frac{\cos\gamma' - \cos\gamma}{\cos n + \cos n_0}.$$

» Ce rayon R est déterminé par le plan du disque de l'astre et par un plan variable suivant le rayon considéré, mais facile à définir dans chaque cas particulier; alors, si l', m', n' désignent les angles de la normale à ce dernier plan avec les axes, et si V est l'angle de cette normale avec la direction S, les cosinus des angles α, β, γ seront déterminés par les relations

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \pm \sin \mathrm{V} &= \frac{\cos m \cos n' - \cos n \cos m'}{\cos\alpha} \\ &= \frac{\cos l \cos n' - \cos n \cos l'}{\cos\beta} = \frac{\cos m \cos l' - \cos l \cos m'}{\cos\gamma}. \end{aligned}\right.$$

» Les formules (1) et (2), auxquelles il faut joindre les relations connues

$$\cos l = \cos\delta \sin\varphi \cos H - \sin\delta \cos\varphi,$$
$$\cos m = \cos\delta \sin H,$$
$$\cos n = \cos\delta \cos\varphi \cos H + \sin\delta \sin\varphi,$$

où δ est la déclinaison de l'astre, H son angle horaire, φ la latitude du lieu, permettent d'obtenir sans difficulté les coordonnées

$$x = R' \cos\alpha', \quad y = R' \cos\beta', \quad z = R' \cos\gamma'$$

de l'extrémité du rayon considéré du disque sur l'image réfléchie.

» Supposons, par exemple, qu'il s'agisse de déterminer l'angle de position d'une tache par des mesures prises sur une photographie solaire obtenue à l'aide d'une lunette horizontale. Un fil, rendu vertical, et dont l'image est reproduite sur la plaque, permet d'obtenir aisément la position de la tache sur l'image photographique; mais, pour avoir sa position à la surface du disque solaire, il faut connaître, sur l'image, le point du contour du disque qui, à l'instant de l'observation, est dans le plan du grand cercle passant par le centre du Soleil et par le zénith ou par le pôle. J'appellerai le premier de ces points *point zénith*, le second *point pôle*.

» Si l'image est projetée dans une direction quelconque D, les résultats sont assez compliqués, mais ils se simplifient beaucoup si cette direction est horizontale et méridienne. On trouve, dans ce cas, pour le *point zénith*

$$\cos\alpha' = 0, \quad \cos\beta' = \frac{b}{k}, \quad \cos\gamma' = \frac{c}{k},$$

en posant

$$k = 2 \sin n \cos^2 \tfrac{1}{2} l, \quad b = -\cos m \cos n, \quad c = \cos l + \sin^2 n.$$

On vérifie aisément, sur ces résultats, que la direction β' et γ' sont, comme cela doit être, rectangulaires.

» Ayant l'angle γ', que je regarderai comme compté de 0° à 360° du zénith vers l'ouest, si γ'' est l'*angle zénith* de la tache sur la photographie (angle résultant des mesures prises sur la plaque photographique), l'angle zénith Q sur le disque sera

$$Q = \gamma' - \gamma'',$$

et, si E désigne l'angle parallactique, on aura, pour l'angle pôle P,

$$P = Q - E.$$

Avec l'angle P et la distance de la tache au centre du disque, on déterminera sans difficulté le lieu héliographique de la tache par les formules connues. Il est clair qu'au moyen d'une Table donnant l'angle γ' et l'angle E la réduction des mesures effectuées sur les photographies ne sera pas plus longue que si la plaque était orientée par rapport à l'équateur.

» Le procédé s'applique évidemment au calcul des positions des protubérances observées à l'aide d'une lunette horizontale.

» Comme vérification, on peut calculer directement, par les formules générales, la position du *point-pôle* sur l'image réfléchie, et l'on trouve, comme cela doit être, pour la position de ce point, un angle dont la différence avec γ' est égale à l'angle parallactique.

» Je dois dire, en terminant, que M. Thollon vient de me communiquer la formule dont il fait usage pour réduire les observations de protubérances qu'il a faites aux Observatoires de Paris et de Nice; cette formule s'accorde complètement avec les résultats des formules générales présentées dans cette Note. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'emploi de la lunette horizontale pour les observations de spectroscopie solaire.* Note de M. **Thollon**, présentée par M. Tisserand.

« L'appareil à projection dont je me sers pour mes études spectroscopiques sur le Soleil se compose d'un objectif de 9 pouces d'ouverture et d'un miroir plan en verre argenté de $0^{m},30$ de diamètre. La monture de ce dernier est altazimutale et conforme au modèle adopté par la Commission de Vénus, modèle qui se recommande par une stabilité parfaite et une grande précision de mouvements. L'objectif est fixé dans un cadre en fer très lourd; son axe optique est horizontal; d'un côté il rencontre le centre du miroir et de l'autre le milieu de la fente et des objectifs du spectroscope, installé dans un pavillon pouvant former chambre noire. Cet axe, sur le prolongement duquel l'image solaire réfléchie dans le miroir doit être constamment maintenue, détermine une orientation parfaitement définie. Deux cordons sans fin s'enroulant, d'une part, sur les têtes de vis qui commandent les deux mouvements du miroir, de l'autre sur deux poulies placées à droite et à gauche du spectroscope, bien à portée de l'observateur, permettent à celui-ci de maintenir ou de faire promener sur la fente l'image du Soleil, projetée par l'objectif.

» Comme on le voit, cet appareil n'est autre chose que la lunette hori-

zontale dépourvue de tube et réduite à sa plus simple expression. Tel qu'il vient d'être décrit, il permet de faire sur le Soleil les études et les observations qui se font d'habitude avec un équatorial. Mais, tandis qu'avec l'équatorial il faut suivre le mouvement de l'instrument dans des positions souvent très pénibles, avec la lunette horizontale l'observateur, commodément assis, regarde droit devant lui dans une direction invariable, sans souci du marche-pied, de la coupole, du mouvement d'horlogerie. Tout en observant, ses deux mains conduisent le miroir, et, après quelques jours d'exercice, il n'éprouve aucune difficulté à explorer les contours ou la surface du Soleil, à maintenir sur la fente une tache, une facule, une protubérance; il peut, sans fatigue et sans distractions forcées, suivre pendant des heures entières un phénomène intéressant. On sait, d'autre part, d'après les résultats surprenants qu'a donnés l'équatorial coudé de M. Lœwy, que l'action d'un bon miroir, comme on les construit aujourd'hui, n'altère pas d'une manière sensible l'image donnée par un objectif. Aussi, après une expérience déjà longue, je n'hésite pas à recommander à ceux qui voudraient se livrer à des études de spectroscopie solaire la lunette horizontale comme satisfaisant à toutes les conditions exigées par ce genre d'observations.

» L'inconvénient le plus grave que j'aie éprouvé dès le début avec ce dispositif tenait à la difficulté de faire des déterminations de position. Je me trouvais en présence d'un problème qu'il fallait résoudre à tout prix, et ce n'est pas sans peine que j'y suis parvenu.

» Soit D le diamètre solaire qui, à un moment donné, est tangent au mouvement diurne; imaginons qu'il soit figuré par une droite visible tracée sur le disque même du Soleil; l'image de cette droite, vue dans le miroir, fera avec la ligne d'horizon un angle ε dont la valeur est donnée par la formule suivante :

$$(1) \qquad \tang\varepsilon = \frac{\sin h(\cos\lambda - \cos\alpha\sin\delta) + \cos h\sin\alpha\sin\delta\sin\lambda + \sin\alpha\cos\delta\cos\lambda}{\cos h(\cos\alpha - \sin\delta\cos\lambda) + \sin h\sin\alpha\sin\lambda + \cos\delta\sin\lambda},$$

dans laquelle α représente l'azimut (compté du nord à l'est) du point de l'horizon où l'image du Soleil doit être maintenue par le miroir, h est l'angle horaire compté positivement de midi au soir, λ la latitude du lieu, δ la déclinaison (positive quand elle est boréale).

» Cette formule, qui est tout à fait générale, se simplifie considérablement pour le cas habituel où l'orientation est prise suivant le méridien du

lieu. Comme α est alors égal à zéro ou à 180°, l'expression (1) devient, pour $\alpha = 0$,

$$(2) \qquad \tang\varepsilon = \frac{\sin h(\cos\lambda - \sin\delta)}{\cos h(1 - \sin\delta\cos\lambda) + \cos\delta\sin\lambda};$$

pour $\alpha = 180°$,

$$(3) \qquad \tang\varepsilon = \frac{\sin h(\cos\lambda + \sin\delta)}{-\cos h(1 + \sin\delta\cos\lambda) + \cos\delta\sin\lambda}.$$

La direction du diamètre D étant donnée par l'une des formules ci-dessus, si l'on rapporte les positions à ce diamètre, on peut passer de là aux déterminations héliocentriques.

» S'agit-il de déterminer, au moyen du spectroscope, la position d'un point remarquable de la surface solaire, d'une tache par exemple? J'amène ce point sur le milieu de la fente, je laisse courir librement l'image, et je compte le temps t qui s'écoule entre le départ de la tache et l'arrivée au milieu de la fente du bord du disque. Je recommence l'opération; mais, au lieu de laisser courir librement l'image, je l'oblige, en faisant tourner le miroir seulement autour de son axe horizontal, à quitter le milieu de la fente par le point de tangence; soit T la durée de ce deuxième passage, si l'on fait $T - t = \theta$, les coordonnées rectangulaires de la tache par rapport au diamètre D, considéré comme ligne des abscisses, s'expriment aisément à l'aide de ε, t et θ.

» Le 5 mars dernier, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un collimateur à fente tournante. J'ignorais alors que, trois jours auparavant, M. Bertin avait donné à la Société de Physique, au nom de M. Garbe, la description d'un appareil presque identique et basé sur le même principe. Je m'empresse de reconnaître à M. Garbe le droit de priorité qui lui appartient incontestablement. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination d'une classe particulière de surfaces à lignes de courbure planes dans un système et isothermes.* Note de M. G. **Darboux**.

« Dans un travail déjà ancien, inséré en 1868 aux *Nachrichten* de Goettingue, M. Enneper a déterminé les surfaces dont la courbure totale est constante et pour lesquelles les lignes de courbure de l'un des systèmes sont planes ou sphériques. Le résultat obtenu par cet habile géomètre est particulièrement intéressant : les surfaces déterminées par les conditions que nous venons d'indiquer ont leurs lignes de courbure planes dans un

système et sphériques dans l'autre. De plus, les plans des lignes de courbure du premier système passent par une même droite, et par conséquent les sphères qui contiennent les lignes de courbure du second système ont leurs centres sur cette droite. Les surfaces de M. Enneper ont, du reste, été étudiées d'une manière détaillée par différents géomètres; les équations qui les déterminent contiennent des fonctions elliptiques dont le module est absolument quelconque.

» D'après une remarque faite par M. O. Bonnet, on peut déduire, de chaque surface dont la courbure *totale* est constante, deux surfaces dont la courbure *moyenne* est constante et qui sont parallèles à la première. On voit donc qu'aux surfaces à courbure totale constante de M. Enneper correspondent des surfaces à courbure moyenne constante qui auront, elles aussi, leurs lignes de courbure planes dans un système et sphériques dans l'autre. Ces dernières surfaces ont été l'objet d'un travail tout récent de M. Max Voretzch.

» Or, d'après un résultat que l'on doit encore à M. Bonnet, les surfaces dont la courbure moyenne est constante peuvent être divisées en carrés infiniment petits par leurs lignes de courbure, ou, ce qui est la même chose, les lignes de courbure de chaque système constituent une famille de courbes isothermes.

» Il résulte donc de la recherche faite par M. Enneper qu'il existe des surfaces satisfaisant à cette double condition, que leurs lignes de courbure soient planes dans un système, et, en outre, que la surface puisse être divisée en carrés infiniment petits par ses lignes de courbure. J'ai été ainsi conduit à chercher toutes les surfaces jouissant de cette double propriété. La solution de ce problème fait l'objet du présent travail.

» Le résultat que j'ai obtenu me paraît remarquable : bien que les surfaces cherchées doivent satisfaire à la fois à deux équations aux dérivées partielles, on trouve qu'elles contiennent dans leur équation deux constantes et une fonction arbitraire. On a donc, d'une part, une famille de surfaces à lignes de courbure planes dans un système, jouissant d'une propriété géométrique à laquelle les géomètres attachent quelque intérêt; et, à un autre point de vue, on ajoute aux surfaces dont les lignes de courbure sont isothermes toute une famille de surfaces qui par cette propriété viennent se placer à côté des surfaces de révolution et des surfaces minima.

» Malgré le degré de généralité de la solution, on peut obtenir une construction géométrique simple de toutes les surfaces qui correspondent à des

formes différentes de la fonction arbitraire. D'ailleurs les calculs qui conduisent aux expressions des coordonnées d'un point de la surface en fonctions de deux arbitraires offrent une intéressante application de la belle théorie des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, qui est due à M. Hermite. J'ai pensé qu'il y aurait quelque utilité à faire connaître, au moins dans ses points essentiels, la méthode que j'ai suivie.

» La première recherche se rapporte à l'élément linéaire. Si l'on suppose la surface rapportée à ses lignes de courbure, on aura

$$ds^2 = e^{2h}(du^2 + dv^2),$$

et la fonction h devra satisfaire aux deux équations

$$(1)\qquad \frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\left(\mathrm{L}\frac{\partial h}{\partial v}\right) = \frac{\partial h}{\partial u}\frac{\partial h}{\partial v},$$

$$(2)\qquad (1+\mathrm{V}^2)\frac{\partial^2 h}{\partial v^2} + \mathrm{V}\mathrm{V}'\frac{\partial h}{\partial v} + \frac{\partial^2 h}{\partial u^2} = 0,$$

où V désigne une fonction arbitraire de v. Les lignes de courbure planes sont représentées par l'équation $v =$ const.

» La première des équations aux dérivées partielles précédentes est du troisième ordre. Il est aisé de l'intégrer complétement et elle est équivalente à la suivante :

$$(3)\qquad \frac{\partial h}{\partial u} = \mathrm{U}e^h + \mathrm{U}_1 e^{-h},$$

où U, U_1 désignent des fonctions arbtiraires de u.

» Quant à l'équation (2), si l'on substitue à v la variable v_1 définie par l'équation

$$dv_1 = \frac{dv}{\sqrt{1+\mathrm{V}^2}},$$

elle prend la forme très simple

$$(4)\qquad \frac{\partial^2 h}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial v_1^2} = 0.$$

» Nous pouvons substituer aux deux premières équations le système des équations (3) et (4), où la fonction V a complétement disparu. On voit donc tout de suite que, s'il est possible d'obtenir une seule solution, cette solution contiendra nécessairement une fonction arbitraire. J'omets la démonstration géométrique de ce résultat si curieux.

» En remplaçant dans l'équation (4) $\frac{\partial^2 h}{\partial u^2}$ par sa valeur tirée de l'équation (3) et effectuant une intégration, on aura

$$(5)\qquad \left(\frac{\partial h}{\partial v_1}\right)^2 + U^2 e^{2h} + 2U' e^h + U_2 - 2U'_1 e^{-h} + U_1^2 e^{-2h} = 0,$$

où U_2 désigne une nouvelle fonction de u.

» Les deux équations (3) et (5) nous donnent maintenant, par différentiation, deux valeurs différentes de $\frac{\partial^2 h}{\partial u\, \partial v_1}$. En écrivant que ces valeurs sont égales, on aura une équation entre h et u qui devra avoir lieu identiquement toutes les fois que la surface ne sera pas de révolution. Cela nous conduit au système

$$(6)\qquad \begin{cases} \frac{U''}{U} = \frac{U''_1}{U_1} = U_2 - 2UU_1, \\ 6UU'_1 + 6U'U_1 + U'_2 = 0, \end{cases}$$

qui déterminera les trois fonctions U, U_1, U_2.

» Si l'on prend comme inconnue le produit UU_1, on trouve, k et ω étant arbitraires,

$$UU_1 = \frac{k^2}{4}(\mathrm{sn}^2\omega - \mathrm{sn}^2 u),$$

et U, U_1 sont deux solutions particulières de l'équation

$$y'' = y(2k^2\,\mathrm{sn}^2 u - 1 - k^2 + 2k^2\,\mathrm{sn}^2\omega).$$

» On reconnaît le cas le plus simple de l'équation de Lamé si complètement étudiée par M. Hermite, et les solutions U, U_1 sont précisément celles dont le produit est une fonction entière de $\mathrm{sn}^2 u$.

» On aura, en négligeant une constante arbitraire qui n'a aucune influence sur la forme de la surface,

$$U = \frac{H'(0)\,H(u+\omega)}{2\Theta(\omega)\,\Theta(u)}\, e^{-u\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}}, \quad U_1 = \frac{H'(0)\,H(u-\omega)}{2\Theta(\omega)\,\Theta(u)}\, e^{u\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des formes quadratiques positives ternaires.* Note de M. **Minkowski**, présentée par M. Jordan.

« M. Charve a publié, aux *Comptes rendus* de 1881, une Note sur la réduction des formes quadratiques positives quaternaires. Je prends la liberté d'ajouter sur cet objet les observations suivantes, auxquelles je suis

parvenu en étudiant les beaux Mémoires de M. Hermite dans le *Journal de Crelle*, t. 41 et 47.

» Les recherches sur la réduction des formes quadratiques s'appuient sur le théorème suivant :

» I. *Une forme quadratique positive* $f = \sum_1^n a_{ik} x_i x_k$ *à déterminant* D *n'obtient que pour un nombre fini de systèmes numériques* (x_i) *une valeur qui ne surpasse pas une quantité positive donnée* E.

» *Démonstration.* — En appliquant à f la substitution au déterminant 1,

$$x_i = y_i, \quad x_k = y_k + \left(\frac{\partial D}{\partial a_{ik}} \frac{\partial D}{\partial a_{ii}}\right) y_i \quad (k \gtrless i),$$

f sera transformée en

$$g = \frac{D}{\frac{\partial D}{\partial a_{ii}}} y_i^2 + g_i \quad (y_i = x_i),$$

où g_i représente une forme positive aux $n - 1$ variables $y_k\,(k \gtrless i)$. Par conséquent, si la valeur de f ne doit pas être plus grande que la quantité E, nous obtenons un système d'inégalités

$$E \geqq f = g > \frac{D}{\frac{\partial D}{\partial a_{ii}}} x_i^2,$$

auquel ne peut satisfaire qu'un nombre fini de nombres entiers x_i''.

» Nous arrangeons toutes les formes positives en un certain ordre. Nous disons qu'une forme positive $h = \sum_1^n c_{ik} x_i x_k$ est *placée à côté* d'une forme $f = \sum_1^n a_{ik} x_i x_k$, si les coefficients c_{ii} sont égaux aux coefficients a_{ii}, par contre *au-dessus* (ou *au-dessous*) de la forme f, si les coefficients c_{ii} et a_{ii} ne sont pas tous d'accord, et si le premier coefficient c_{ii}, qui n'est pas égal au coefficient correspondant a_{ii}, est plus grand (ou plus petit) que a_{ii}.

» A l'aide du théorème I, on peut facilement démontrer : 1° que, parmi toutes les formes qui résultent d'une forme donnée f moyennant des substitutions numériques au déterminant 1 et qui donnent la classe f, apparaissent certaines formes φ, qui sont placées au-dessous de toutes les autres formes de cette classe ; 2° que le nombre de ces formes φ est ordi-

nairement égal à 1, et que ce n'est qu'exceptionnellement qu'il devient plus grand que 1; 3° que ces formes φ peuvent toujours être trouvées par un procédé *fini*.

» Les formes $\varphi = \sum_1^n \alpha_{ik}\xi_i\xi_k$ sont ce que M. Hermite appelle des formes *réduites*. D'après notre définition, les formes réduites φ de la même classe ont sûrement les mêmes coefficients α_{ii}.

» $n = 1, 2, 3, 4$. — *Pour* $n \leqq 4$, *une forme* φ *est réduite, et elle ne l'est que si elle satisfait aux inégalités*

(I) $$\alpha_{11} \leqq \alpha_{22} \leqq \ldots \leqq \alpha_{nn}$$

et à toutes les inégalités

(II) $$\varphi(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n) \geqq \alpha_{ii} \quad \Big(\varepsilon_i = +1, -1;\ \underset{k > i}{\varepsilon_k = 0, +1, -1}\Big),$$

dans lesquelles ε_i *signifie une unité, et où les autres* ε_k *ont ou les valeurs* 0, *ou* $+1$, *ou* -1.

» *Démonstration.* — A. Les conditions (I) et (II) sont sûrement *nécessaires*, pour que φ soit une forme réduite; car, si l'on avait $\alpha_i > \alpha_{i_0}$ pour un $i < i_0$, φ serait transformée par la substitution

[S(I)] $$\xi_i = \eta_{i_0},\quad \xi_{i_0} = -\eta_i,\quad \xi_k = \eta_k \quad (i < i_0;\ k \gtrless i, i_0),$$

et si l'on avait $\varphi(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n) < \alpha_{ii}(\varepsilon_i = \pm 1; \varepsilon_k = 0, \pm 1)$, par la substitution

[S(II)] $$\xi_i = \eta_i + \frac{1}{\varepsilon_i}\sum_k^{k \gtrless i} \varepsilon_k\eta_k;\quad \xi_k = \eta_k \quad (k \gtrless i)$$

en une forme qui serait placée au-dessous de φ; par conséquent, φ ne pourrait pas être réduite. Des inégalités (II) résultent spécialement les conditions $\alpha_{ii} \pm 2\alpha_{ik} + \alpha_{kk} \geqq \alpha_{ii}$, c'est-à-dire

(c) $$\alpha_{kk} \geqq \pm 2\alpha_{ik}.$$

» B. Les conditions (I) et (II) sont aussi *suffisantes* pour que φ soit réduite. Pour le démontrer, nous observons :

» 1° Que des inégalités (II) résultent toutes les autres inégalités

(m) $$\varphi(m_1, m_2, \ldots, m_n) \geqq \alpha_{ii} \quad (m_i > 0),$$

dans lesquelles m_i signifie un nombre quelconque différent de zéro, et les

autres m_k des nombres entiers tout à fait à volonté. Nous désignons par ε_k le nombre o, ou le nombre + 1, ou le nombre − 1, selon que m_k est égal à o, ou positif, ou négatif. Les quantités $\varepsilon_k m_k = \mu_k$ représentent les valeurs absolues des nombres m_k. Si les n quantités m_k, à l'exception du seul nombre m_i, sont égales à zéro, $\varphi(m_k)$ devient évidemment égal à $\alpha_{ii} m_i^2 \geqq \alpha_{ii}$, et l'inégalité (m) aura lieu. Mais si des nombres m_k, au moins deux, sont différents de zéro, nous déterminons un indice t de la manière suivante. Nous cherchons les nombres m_{i_0}, dont la valeur absolue est la plus petite sans être nulle, et nous posons, si parmi ces nombres m_{i_0} se trouve aussi le nombre m_i, l'indice $t = i$, mais si ce n'est pas le cas, t égal à l'un quelconque des nombres i_0. Si nous écrivons alors $s_k = \varepsilon_k u_t (k \gtrless t)$ et $s_t = 0$, les nombres s_k ne seront pas tous égaux à zéro, et nous obtenons l'identité

$$\begin{aligned}\varphi(m_1, m_2, \ldots, m_n) = \varphi(m_k) &= \varphi(m_k - s_k + s_k)\\ &= \varphi(m_k - s_k) + \sum_{i,k}^{1,n} \alpha_{ik}(m_i s_k + m_k s_i - s_i s_k)\\ &= \varphi(m_k - s_k) + 2 m_t^2 \sum_{k \gtrless t} \alpha_{kt} \varepsilon_k \varepsilon_t + \sum_{(i,k \gtrless t)} \alpha_{ik}(m_i s_k + m_k s_i - s_i s_k),\end{aligned}$$

qui, à cause de la relation

$$2 \sum_{k \gtrless t}^{1,n} \alpha_{kt} \varepsilon_k \varepsilon_t = [\varphi(\varepsilon_k) - \alpha_{tt}] - \sum_{(i,k \gtrless t)} \alpha_{ik} \varepsilon_i \varepsilon_k,$$

prend la forme

$$(n \leqq 4), \quad \varphi(m_k) = \varphi(m_k - s_k) + m_t^2 [\varphi(\varepsilon_k) - \alpha_{tt}] + 2 \sum_{i \gtrless t} \varepsilon_i^2 (\mu_i - \mu_t) \sum_{k \gtrless t} \alpha_{ik} \varepsilon_i \varepsilon_k.$$

» Ici, par suite des inégalités (I) et (c), ni la quantité

$$[\varphi(\varepsilon_k) - \alpha_{tt}],$$

ni les quantités

$$\sum_{k \gtrless t} \alpha_{ik} \varepsilon_i \varepsilon_k \Big(\underset{n=1}{= 0}, \ \underset{n=2}{\alpha_{ii} \varepsilon_i^2}, \ \underset{n=3}{\alpha_{ii} \varepsilon_i^2 + \alpha_{ik} \varepsilon_i \varepsilon_k}, \ \underset{n=4}{\alpha_{ii} \varepsilon_i^2 + \alpha_{ik} \varepsilon_i \varepsilon_k + \alpha_{ik_0} \varepsilon_i \varepsilon_{k_0}} \Big)$$

ne sont négatives; par conséquent, nous obtenons l'inégalité

$$\varphi(m_k) \geqq \varphi(m_k - s_k),$$

pendant qu'on a en même temps

$$m_i - s_i > 0 \quad \text{et} \quad \Sigma m_k^2 > \Sigma (m_k - s_k)^2.$$

» Si nous mettons maintenant $\Sigma m_k^2 = M$, et si nous supposons que le point 1° du théorème (B) soit déjà prouvé pour tous les systèmes $(m_1, m_2, \ldots, m_n)$, $m_i > 0$, pour lesquels Σm_k^2 devient plus petit que M, il ressort évidemment $\varphi(m_k - s_k) \geqq \alpha_{ii}$ et $\varphi(m_k) \geqq \alpha_{ii}$. Sans doute l'inégalité (m) a lieu pour les systèmes (m_k), pour lesquels on a $\Sigma m_k^2 \leqq 1$, $(m_i > 0)$, c'est-à-dire pour le seul système $m_i = 1$, $m_k = 0$, $(k \gtrless i)$. Ainsi, le point 1° est parfaitement démontré.

» 2° Admettons que pour la forme φ les inégalités (I) et (II) soient satisfaites et, par conséquent, aussi toutes les inégalités (m). Alors φ est, en effet, réduite.

» *Démonstration.* — Nous supposons d'abord que φ puisse être transformée par une substitution numérique $\xi_i = \sum_1^n r_k^i \eta_k$ au déterminant 1 en une forme $\psi = \sum_1^n \beta_{ik} \eta_i \eta_k$, qui soit placée au-dessus de φ. Soit β_{ee} le premier des coefficients $\beta_{11}, \beta_{22}, \ldots, \beta_{nn}$ de la forme ψ, qui n'est pas égal au coefficient correspondant de la forme φ. Alors on doit avoir $\beta_{ii} < \alpha_{ii}$ et $\beta_{i_0 i_0} = \alpha_{i_0 i_0} (e_0 < i)$. Nous obtenons $\beta_{ii} = \varphi(r_1^i, r_2^i, \ldots, r_n^i)$. Soit r_e^e la dernière des quantités $r_1^i, r_2^i, \ldots, r_n^i$, qui est différente de zéro. Puis, à cause de (m), on a l'inégalité $\beta_{ii} = \varphi(r_e^i) \geqq \alpha_{ee}$. Soit $\alpha_{e_0 e_0} (e_0 \geqq e)$ la dernière des quantités $\alpha_{11}, \alpha_{22}, \ldots, \alpha_{nn}$, qui a encore la valeur α_{ee} tandis que α_{ee} devient $< \alpha_{kk}$, si k est $> e_0$. On conclut des relations $\alpha_{ii} > \beta_{ii}$, $\beta_{ii} \geqq \alpha_{ee} = \alpha_{e_0 e_0}$ et des inégalités (I) que le nombre e_0 et de même le nombre $e (\leqq e_0)$ est $< l$; par conséquent toutes les quantités $r_k^i (k > e_0 \geqq e)$ sont égales à zéro. β_{kk} devient, pour $k \leqq e_0 < l$, égal à $\alpha_{kk} \leqq \alpha_{e_0 e_0}$. Il en ressort que toutes les quantités r_k^i, pour lesquelles on a $i \leqq e_0$ et $k > e_0$, sont égales à zéro, puisque chacune de ces quantités, si elle différait de zéro, fournirait, contrairement aux conditions (I), une inégalité $\alpha_{kk} > \alpha_{ii}$, $(k \leqq e_0, i > e_0)$. Dans le déterminant $|r_k^i|$ s'évanouissent maintenant toutes les $(n - e_0)(e_0 + 1)$ quantités

$$r_k^i (i = 1, 2, \ldots, e_0; h; k = e_0 + 1, e_0 + 2, \ldots, n),$$

qui sont les membres d'un système de $n - e_0$ séries horizontales et de $e_0 + 1$ séries verticales. Ce déterminant doit donc être égal à zéro, et l'on rencontre une contradiction.

» De ce qui précède on déduit, à l'aide du théorème I, que l'on peut

déterminer pour chaque forme positive f toutes les formes réduites de sa classe moyennant un nombre fini de substitutions de la forme S(I) ou S(II). (Toute classe f, pour laquelle aucune des inégalités (I) et (II) ne se change en une équation, a une *seule* forme réduite.)

» Dans le cas $n = 4$, j'ai trouvé pour la limitation des coefficients des formes réduites des identités symétriques analogues à celles que Gauss a établies pour les formes ternaires (Gauss, *Œuvres complètes*, t. II). Je reviendrai sur ces identités dans une autre occasion. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Loi des périodes* (fin); par M. E. de Jonquières [1].

« XI. L'expression de la loi que formule le théorème XVI ne serait pas complète si je n'ajoutais que le même énoncé convient au cas où, a et d étant premiers entre eux, d est pair. Ainsi complété, le théorème XVI s'applique à tous les cas possibles; il satisfait donc, autant que le comporte le sujet, au *desideratum* exprimé par moi le 26 février, dès le début de ces Communications.

» Mais je veux, faisant un pas de plus, porter la doctrine et le calcul, du point où les avait laissés Lagrange, jusqu'à cette limite que j'ai précisée où, toute loi venant à cesser, on n'est plus en présence que de faits particuliers, sans lien commun.

» XII. On sait comment se calcule le développement de la racine d'un nombre non carré en fraction continue. Legendre en donne l'exemple suivant au § V de la première Partie de sa *Théorie des nombres*:

$$x = \sqrt{19} = 4 + \frac{\sqrt{19} - 4}{1},$$

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{19} - 4} + \frac{\sqrt{19} + 4}{3} = 2 + \frac{\sqrt{19} - 2}{3}, \quad \ldots.$$

» Ce que je veux, c'est appliquer ce mode d'opération, non plus *numériquement* à un nombre particulier, mais *algébriquement* à une forme $\sqrt{E} = I = \sqrt{a^2 n^2 + dn}$, E exprimant une famille quelconque de nombres, donc embrassant dans sa généralité tous les nombres possibles.

» Pour y parvenir et afin que les formules, plus mnémotechniques, mettent mieux les lois en évidence, il convient de changer un peu les notations employées dans ma précédente Communication (p. 1129 et suiv.). Je

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 16 avril.

désignerai donc par

$$q_1,\ q_2,\ q_3,\ q_4,\ \ldots,\ q_i,\ \ldots,\ q_m$$

les quotients, et par

$$r_1,\ r_2,\ r_3,\ r_4,\ \ldots,\ r_i,\ \ldots,\ r_m$$

les restes des divisions successives, que j'avais appelés

$$r,\quad t,\quad l,\quad u,\ \ldots,\ w_i,\ \ldots,\ \xi_m$$

et

$$\alpha,\quad \beta,\quad \gamma,\quad \delta,\ \ldots,\ \varphi_i,\ \ldots,\ \chi_m$$

respectivement.

» D'après ces désignations nouvelles, j'écrirai ainsi les deux suites récurrentes, dont les termes vont jouer un rôle fondamental dans l'opération,

$$\begin{array}{ll}
A_0 = 1, & \text{et}\quad \theta_0 = 1, \\
A_1 = q_1, & \theta_1 = q_2\theta_0, \\
A_2 = q_2 A_1 + A_0, & \theta_2 = q_3\theta_1 + \theta_0, \\
A_3 = q_3 A_2 + A_1, & \theta_3 = q_4\theta_2 + \theta_1, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
A_m = q_m A_{m-1} + A_{m-2}, & \theta_m = q_{m+1}\theta_{m-1} + \theta_{m-2}.
\end{array}$$

» XIII. Cela posé, le développement de $I = \sqrt{E}$ en fraction continue est donné par l'opération suivante, dont on démontre la légitimité, en prouvant que, si elle est vraie pour x_m, elle l'est aussi pour x_{m+1}. On a successivement

$$\begin{array}{llll}
x = an + \dfrac{I - an}{1}, & & & \\
x_1 = \dfrac{1}{I - an} & = \dfrac{I + an}{dn} & = & q_1 + \dfrac{I - (a - r_1 A_0)n}{dn}, \\
x_2 = \dfrac{dn}{I - (a - r_1 A_0)n} & = \dfrac{I + (a - r_1 A_0)n}{r_1 A_1 n + \theta_0^2} & = & q_2 + \dfrac{I - [(a - r_2 A_1)n + \theta_0\theta_1]}{r_1 A_1 n + \theta_0^2}, \\
x_3 = \dfrac{r_1 A_1 n + \theta_0^2}{I - [(a - r_2 A_1)n + \theta_0\theta_1]} & = \dfrac{I + [(a - r_2 A_1)n + \theta_0\theta_1]}{r_2 A_2 n - \theta_1^2} & = & q_3 + \dfrac{I - [(a - r_3 A_2)n - \theta_1\theta_2]}{r_2 A_2 n - \theta_1^2}, \\
x_4 = \dfrac{r_2 A_2 n - \theta_1^2}{I - [(a - r_3 A_2)n - \theta_1\theta_2]} & = \dfrac{I + [(a - r_3 A_2)n - \theta_1\theta_2]}{r_3 A_3 n + \theta_2^2} & = & q_4 + \dfrac{I - [(a - r_4 A_3)n + \theta_2\theta_3]}{r_3 A_3 n + \theta_2^2}, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & = & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
x_{m+1} = \dfrac{r_{m-1} A_{m-1} n \mp \theta_{m-2}^2}{I - [(a - r_m A_{m-1})n \mp \theta_{m-2}\theta_{m-1}]} & = \dfrac{I + [(a - r_m A_{m-1})n \mp \theta_{m-2}\theta_{m-1}]}{r_m A_m n \pm \theta_{m-1}^2} & = & q_{m+1} + \dfrac{I - [(a - r_{m+1} A_m)n \pm \theta_{m-1}\theta_m]}{r_m A_m n \pm \theta_{m-1}^2}.
\end{array}$$

» En ce qui concerne, dans ce tableau, les signes dont sont affectés, entre les parenthèses, les termes indépendants de n, je me bornerai à observer que, dans les fractions terminant chaque ligne, ces signes marchent toujours ensemble au numérateur et au dénominateur, positifs lorsque l'indice i de x_i est pair, négatifs quand cet indice est impair. On en conclut cette conséquence importante : lorsque le reste r_i est nul, on a

$$x_i = \ldots = q_i + \frac{\mathrm{I} - [an \pm \theta_{i-2}\theta_{i-1}]}{r_{i-1}\mathrm{A}_{i-1}n \pm \theta_{i-2}^2}.$$

Or, dans ce cas, on a $\theta_{i-1} = d$, d'après les propriétés qui découlent de la théorie élémentaire du plus grand commun diviseur. Dans l'opération subséquente, qui donne la valeur de x_{i+1}, comme l'on a à retrancher du carré de I, c'est-à-dire de $a^2n^2 + dn$, le carré de la quantité contenue entre les parenthèses, on aurait un résultat négatif, ce qui ne se peut, si le reste $r_i = 0$ se présentait à un rang pair $i = 2j$, à cause de

$$(\overline{an + \theta_{i-2}d})^2 > a^2n^2 + dn.$$

Le quotient q_i, correspondant à ce reste, ne serait donc pas un terme de la période, et telle est la raison de la règle énoncée, sans explication, au théorème XVI.

» On voit en outre que, si la condition du signe négatif est remplie, donc si i est impair, la valeur de x_{i+1} sera

$$x_{i+1} = \frac{r_{i-1}\mathrm{A}_{i-i}n - \theta_{i-2}^2}{\mathrm{I} - (an - \theta_{i-2}d)} = \frac{\mathrm{I} - (an - \theta_{i-2}d)}{d^2} = \ldots$$

» L'apparition du dénominateur *numérique* d^2, indépendant de n, arrête là, comme je l'ai dit, l'opération, *algébriquement* parlant, sauf pour les valeurs de n qui satisfont (1) à la congruence $2an \equiv 2\theta_{i-2}d \pmod{d^2}$ ou à l'égalité $n = i'd + kd^2$, et de là découlent les conséquences que j'ai fait connaître concernant les groupes réguliers (E_1), (E_d), le *terme central* $\frac{2an - 2\theta_{i-2}d}{d^2}$, le nombre toujours pairement pair des termes de la période uniforme du groupe (E_1), et d'autres encore.

---

(1) Ces valeurs satisfont, i' étant convenablement choisi, à l'*une* des égalités $n = i'd + kd^2$. Le groupe (E_1) n'est donc que l'un des groupes (E_d), dont le nombre est par suite d, et non $d + 1$, comme je l'avais annoncé au théorème XII. Mais ce groupe (E_1) se distinguant de tous ses congénères par des propriétés qui lui sont propres, il convient de lui maintenir son individualité. Je reviendrai là-dessus.

» L'espace me manque pour indiquer d'autres remarques curieuses qui résultent du Tableau ci-dessus. Le lecteur attentif les fera de lui-même. J'ajouterai, en faveur de ceux qui tenteraient des applications numériques (par exemple, $E = \overline{1000n}^2 + 257n$, qui présente un cas déjà étudié plus haut, et assez complet et intéressant) qu'ils devront avoir égard :

» 1° A la réserve, que j'ai exprimée au théorème IX et renouvelée depuis (p. 1131), concernant les valeurs initiales de n qui offrent des exceptions, quant à ceux des termes communs qui conviennent à leurs périodes individuelles;

» 2° Aux rectifications matérielles signalées aux *errata* des *Comptes rendus* du 9 avril (p. 1170), auxquelles il faut ajouter celle-ci : théorème XVII, p. 1130, *lisez* le nombre constant θ, *au lieu de* le nombre θd, qui figure à tort dans le texte. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une relation d'involution, concernant une figure plane formée de deux courbes algébriques, dont l'une a un point multiple d'un ordre de multiplicité inférieur d'une unité à son degré.* Note de M. G. **Fouret**.

« Soient, dans un plan, trois courbes algébriques d'un même degré m, (A_m), (B_m), (C_m), ayant les mêmes points d'intersection, et coupées par une droite quelconque (D), la première en m points a, la seconde en m points b, la troisième en m points également, parmi lesquels on en prend deux arbitrairement e et f. On a la relation

$$\left(\frac{ae}{af}\right)_m = \left(\frac{be}{bf}\right)_m,$$

en convenant de représenter par $\left(\frac{ae}{af}\right)_m$, $\left(\frac{be}{bf}\right)_m$, respectivement, les produits des valeurs que prennent les rapports $\frac{ae}{af}$, $\frac{be}{bf}$, quand on y remplace successivement a par les m points d'intersection de (D) avec (A_m), b par les m points d'intersection de (D) avec (B_m).

» Le théorème exprimé par la relation (1) est dû, comme on le sait, à Poncelet [1]. On peut l'énoncer en disant que, *si l'on coupe par une droite arbitraire un faisceau de trois courbes algébriques planes d'un même degré m, les trois groupes de m points qui en résultent forment une involution complète du* $m^{\text{ième}}$ *ordre.*

[1] *Traité des propriétés projectives des figures*, t. II, p. 246.

» En nous appuyant sur ce théorème, nous allons démontrer le suivant, qui concerne une figure plane, formée d'une courbe algébrique quelconque et d'une autre courbe algébrique possédant un point multiple d'un ordre de multiplicité inférieur d'une unité à son degré.

» THÉORÈME. — *Étant données, sur un même plan, une courbe algébrique quelconque* (K_n) *de degré* n, *une seconde courbe algébrique* (L_r) *de degré* r, *ayant un point multiple* I *d'ordre* $r-1$, *et une droite arbitraire* (D), *si l'on désigne respectivement par* a, b, c *les points d'intersection avec* (D) : 1° *d'une droite joignant le point* I *à l'un quelconque des* nr *points d'intersection des deux courbes* (K_n) *et* (L_r); 2° *de la courbe* (K_n); 3° *de l'une quelconque des* $r-1$ *tangentes en* I *à* (L_r); *si l'on désigne en outre par* e *et* f *deux quelconques des points d'intersection de* (D) *avec* (L_r), *on a la relation d'involution*

$$(2) \qquad \left(\frac{ae}{af}\right)_{nr} = \left(\frac{be}{bf}\right)_{n} \left(\frac{ce}{cf}\right)^{n}_{r-1}.$$

» Pour appliquer le théorème de Poncelet rappelé plus haut, nous allons former avec les éléments de la figure un faisceau de trois courbes algébriques d'un même degré, qui seront composées chacune de deux ou plusieurs lignes d'un degré inférieur.

» Le degré commun des trois courbes sera $m = nr$. La première (A_m) sera formée des nr droites joignant le point I aux nr points d'intersection α de (K_n) et de (L_r). La seconde (B_m) se composera de (K_n) et de $r-1$ droites n-tuples coïncidant avec les $r-1$ tangentes (T) de (L_r) en I. Avant de définir la troisième, cherchons les $m^2 = n^2r^2$ points d'intersection de (A_m) et de (B_m). Les nr droites composant (A_m) coupent ensemble (K_n) en n^2r points. Chacune d'elles coupe en outre en n points confondus en I chacune des $r-1$ droites n-tuples (T) qui, jointes à (K_n), complètent (B_m). On obtient ainsi en tout $n^2r(r-1)$ points d'intersection confondus en I. En y ajoutant les n^2r points déjà trouvés en dehors de I, on a bien les $n^2r^2 = m^2$ points d'intersection de (A_m) et de (B_m). Quelques-uns de ces n^2r^2 points sont situés sur (L_r). Ce sont : 1° les nr points d'intersection de (K_n) et de (L_r); 2° les points de rencontre de (L_r) avec les $(r-1)$ droites n-tuples (T): ces derniers points, tous confondus d'ailleurs avec le point I, sont au nombre de $nr(r-1)$. Parmi les n^2r^2 points communs à (A_m) et à (B_m), $nr + nr(r-1) = nr^2$ se trouvent, par suite, appartenir à (L_r). Or, d'après un théorème bien connu dû à Gergonne [1], si, parmi les n^2r^2 points d'inter-

---

[1] *Annales de Mathématiques*, t. XVII, p. 220.

section de deux courbes d'un même degré nr, nr^2 sont sur une courbe de degré r, les $n^2r^2 - nr^2 = n(n-1)r^2$ restants appartiennent à une courbe de degré $nr - r = (n-1)r$. C'est ce qui a lieu dans le cas présent. Cette dernière courbe de degré $(n-1)r$ et la courbe (L_r) constituent par leur réunion une troisième courbe (C_m) de degré $m = nr$, formant avec (A_m) et (B_m) un faisceau auquel s'applique le théorème de Poncelet, et, par suite, la relation (1). Dans cette relation, les points a communs à (D) et à (A_m) deviennent les mn points d'intersection de (D) avec les mn droites $I\alpha$, les points b communs à (D) et (B_m) comprennent, d'une part, les n points b de rencontre de (D) avec (K_n), et, de l'autre, les $r-1$ points c de rencontre de (D) avec les $r-1$ droites (T), ces derniers points devant être comptés chacun n fois. Enfin, pour e et f, nous pouvons prendre à volonté deux des points d'intersection de (D) avec la courbe (C_m) et, par suite, avec la courbe (L_r) qui en est une partie intégrante. Ainsi se trouve déduite de la relation (1) la relation (2).

» En remarquant que la relation (2) ne contient que des rapports anharmoniques, on en conclut immédiatement cette autre

$$(3) \qquad \left(\frac{\sin \widehat{aIe}}{\sin \widehat{aIf}}\right)_{nr} = \left(\frac{\sin \widehat{bIe}}{\sin \widehat{bIf}}\right)_{n} \left(\frac{\sin \widehat{cIe}}{\sin \widehat{cIf}}\right)^{n}_{r-1}.$$

» On peut tirer du théorème que nous venons d'exposer un assez grand nombre de conséquences. Quelques-uns des résultats auxquels on est conduit nous paraissent mériter d'être énoncés : nous espérons y revenir dans une autre occasion. »

OPTIQUE. — *Etude des radiations infra-rouges au moyen des phénomènes de phosphorescence.* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Fizeau. Deuxième partie. (Extrait.)

Spectres d'absorption de diverses substances.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 8 janvier dernier, j'ai donné une mesure des longueurs d'onde des nombreuses raies et bandes que les phénomènes de phosphorescence permettent de discerner dans le spectre solaire infra-rouge. La même méthode s'applique très simplement à l'étude des spectres d'absorption de diverses substances et, en particulier, des bandes telluriques, dans cette région du spectre.

» *Bandes telluriques.* — L'absorption de la lumière solaire par l'atmosphère, étudiée avec tant de soin par MM. Brewster et Gladstone, et par M. Janssen, dans la partie visible du spectre, par M. Desains et par d'autres physiciens dans le spectre calorifique, donne, dans la région infrarouge, quatre grosses bandes, dont les longueurs d'onde moyennes exprimées en millioniêmes de millimètre sont, d'après les mesures rappelées plus haut, 930, 1082, 1230 et 1470. Cette dernière bande est celle qui a été observée par MM. Fizeau et Foucault, en 1847. Lorsque le spectre est projeté sur une substance phosphorescente, on peut suivre avec beaucoup de netteté les variations d'intensité et de largeur que présentent ces bandes quand le soleil est plus ou moins élevé sur l'horizon, et quand l'atmosphère est plus ou moins chargée de vapeurs. Lorsque le soleil est bas sur l'horizon, la bande 930 apparaît très sombre et très large; les bandes 1082 et 1230 sont très intenses et l'intervalle de ces bandes est devenu sombre. Au delà, il est très difficile d'étudier les variations de la bande 1470.

» Près de A, on retrouve les cinq bandes indiquées par Brewster et Gladstone, dont les longueurs d'onde sont : de 762 à 764,5, de 785 à 790, de 799,5 à 802, de 810 à 814 et de 824 à 831. Les variations d'intensité dans cette région, de même que dans le spectre lumineux, sont beaucoup moindres que celles des grosses bandes de l'infra-rouge.

» *Spectre d'absorption de l'eau.* — M. Desains avait observé, depuis longtemps, qu'une petite épaisseur d'eau fait apparaître dans le spectre calorifique des bandes froides analogues à celles du spectre solaire. Le spectre d'absorption de l'eau est, en effet, discontinu et présente des bandes qui paraissent coïncider avec les grosses bandes du spectre solaire dont nous venons de parler. En étudiant l'absorption produite par une épaisseur d'eau progressivement croissante, on observe les résultats suivants : avec 1^{mm} d'eau on voit apparaître les bandes 930 et 1230 et l'extrémité infra-rouge est absorbée jusqu'à la longueur d'onde 1300 environ. Pour des épaisseurs d'eau plus grandes, les bandes 1230 et 930 deviennent plus noires et plus larges; avec $0^{m},01$ d'eau, l'absorption s'étend depuis l'infra-rouge extrême jusqu'à la longueur d'onde 1082 où elle semble limitée brusquement; puis au delà apparaît la bande 930. Au travers d'une colonne d'eau de $0^{m},50$, toutes les bandes semblent réunies par une ombre, mais l'absorption s'avance très peu au delà de la bande 930.

» *Spectres d'absorption de quelques métaux terreux.* — Je dois à l'obligeance de M. Lecoq de Boisbaudran d'avoir pu étudier les spectres d'ab-

sorption infra-rouges d'une série de produits, contenant, à des degrés de concentration différents, de l'erbine, de l'holmium, du didyme et du samarium. Ces substances donnent des spectres d'absorption à bandes, très remarquables. Déjà M. Desains avait observé que le didyme fait naître des bandes froides dans le spectre calorifique; d'après les déterminations faites avec les substances phosphorescentes, le spectre d'absorption du didyme, dans la région infra-rouge, est caractérisé par trois bandes très fortes dont les longueurs d'onde sont : de 730,5 à 756, de 782 à 819 et de 872 à 890. Lorsque la dissolution contient peu de didyme, les bandes sont plus étroites et ont pour longueur d'onde moyenne : 743, 796 et 872. La première de ces bandes a été décrite avec détail par M. Lecoq de Boisbaudran; la seconde, observée par M. Soret, et la troisième seulement entrevue par ce physicien. Les dissolutions étudiées donnent diverses autres bandes, sans compter celles de l'eau; deux très fortes bandes, dont les longueurs d'onde sont 1010 et 1180 environ, paraissant appartenir au samarium; deux autres, plus faibles, 840 et 910, n'ont pu, faute d'éléments de comparaison, être rattachées à une substance bien déterminée.

» Les dissolutions contenant de l'erbine et de l'holmium et exemptes de didyme ont manifesté la bande 811, attribuée, par M. Soret, à l'holmium, et une bande plus faible, dont la longueur d'onde est 890.

» On a, en outre, étudié les spectres d'absorption de diverses autres substances. Certaines dissolutions de sels de cuivre arrêtent tout le spectre infra-rouge, une dissolution de chlorure de nickel arrête les radiations rouges et laisse passer la portion du spectre infra-rouge qui n'est pas absorbée par l'eau. Un fragment de verre vert a laissé passer seulement la région du spectre infra-rouge comprise entre 1150 et l'extrémité la moins réfrangible, observable par la méthode employée.

Spectres d'émission des vapeurs métalliques.

» On peut étudier également, dans la région infra-rouge, les spectres d'émission des vapeurs métalliques, en projetant sur les substances phosphorescentes le spectre fourni par une forte étincelle d'induction éclatant entre des pointes de métaux divers. La faible intensité des radiations n'a pas permis jusqu'ici d'aller très loin dans cette recherche, que je poursuis du reste actuellement. Cependant, avec divers métaux, on a reconnu la présence d'un certain nombre de bandes brillantes dont on peut contrôler la position avec un spectroscope, jusqu'à la longueur d'onde 820; au delà de cette limite, on a observé des régions actives plus ou moins diffuses qui

représentent probablement des groupes de raies, et que j'espère pouvoir décrire bientôt avec plus de précision. On a étudié notamment le magnésium, le fer, le plomb, le zinc, l'aluminium et l'étain, qui donnent des bandes actives jusqu'à 950 et au delà. Les résultats détaillés seront publiés dans un Mémoire qui paraîtra très prochainement; comme exemple, je citerai ici les raies et bandes principales qui ont été données par le magnésium et par le fer.

Magnésium...	745 775 790 819 (paraît coïncider avec une très forte raie du spectre solaire), 920 (diffuse).
Fer.........	747 775 850 (bande diffuse).

» On voit par les résultats qui précèdent que la méthode fondée sur la phosphorescence permet d'étudier très facilement les radiations infrarouges, en donnant à chaque instant une image d'ensemble des phénomènes divers que l'on se propose d'observer dans cette région du spectre. »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques de quelques gaz aux températures élevées.* Note de M. **Vieille**, présentée par M. Cornu.

« Nous avons décrit, dans des Notes précédentes, un appareil destiné à la mesure des pressions rapidement variables développées en vase clos par les mélanges gazeux explosifs et nous avons fait connaître une méthode permettant d'évaluer l'influence du refroidissement.

» En poursuivant ces études, encore incomplètes, nous sommes arrivé à des résultats que nous croyons pouvoir, dès aujourd'hui, indiquer.

» Ces résultats concernent :

» 1° La vérification et l'extension à des températures de 2700° de la loi d'identité des chaleurs spécifiques moléculaires à volume constant des gaz H, Az, O, CO, formulée par MM. Mallard et Le Châtelier, comme résultant de leurs expériences jusqu'à 2000°;

» 2° La mesure de pressions conduisant à attribuer à certaines réactions des températures beaucoup plus élevées que celles qui ont été admises jusqu'ici comme pratiquement réalisables.

» I. *Vérification de l'identité des chaleurs spécifiques des gaz* H, O, Az, CO. — Ces vérifications s'obtiennent en additionnant un mélange tonnant convenable $H + O$ ou $C^2Az + 2O$ de volumes égaux de divers gaz, et en vérifiant l'identité des pressions maxima développées. La comparaison porte sur les chiffres bruts d'expérience, sans correction de refroidissement,

les durées de réaction étant sensiblement identiques pour les mélanges de même teneur en gaz inerte. Les mélanges hydrogénés sont toutefois un peu plus vifs, et cette propriété explique la légère supériorité des pressions qu'ils développent et que le Tableau ci-après met en évidence.

» Lorsqu'on s'abstient de toute hypothèse sur la valeur des coefficients de dilatation et sur le degré de dissociation, on peut énoncer les résultats comme il suit :

» Jusqu'à des températures très élevées, supérieures à celle de la fusion du platine, la relation qui lie les accroissements de pression aux quantités de chaleur absorbées à volume constant ([1]) est identique pour les gaz H, Az, O, CO.

» Cette relation n'implique l'identité de la loi de variation des chaleurs spécifiques de ces divers gaz que lorsqu'on introduit l'hypothèse de la constance des coefficients de dilatatation des gaz et vapeurs jusqu'aux températures les plus élevées. Cette hypothèse est d'ailleurs conforme aux résultats des expériences les plus récentes. Elle résulterait immédiatement de la formule proposée par M. Clausius pour représenter l'équation caractéristique des gaz et vapeurs. Or cette formule a été vérifiée par M. Clausius pour l'acide carbonique et par M. Sarrau pour d'autres gaz

$$H, O, Az, C^4H^4, C^2H^4.$$

» M. Berthelot a montré ([2]) que l'hypothèse de la constance des coefficients de dilatation à volume constant suffit pour calculer les températures d'explosion dans les cas où il n'y a pas de dissociation ; il en est de même lorsque les produits de l'état final se dissocient sans variation de volume. Ce dernier cas semble se présenter pour les mélanges cyanogénés brûlant pour oxyde de carbone ; mais, pour les mélanges à base de H + O, les températures calculées peuvent être un peu fortes, au moins pour les mélanges les plus riches en gaz tonnant ([3]).

» Le Tableau suivant résume les résultats de nos essais, les gaz étant supposés dans leur état initial à 15°, saturés de vapeur d'eau et sous la pression 760^{mm}.

([1]) Volume du gaz à 15°, sous la pression atmosphérique.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 308.

([3]) L'identité des pressions observées à 2700° pour les mélanges du gaz tonnant H + O, soit avec l'un des composants, soit avec le gaz inerte Az, semble indiquer que la dissociation est faible.

Mélanges H + O + *gaz inerte. Récipient de* 4^{lit}.

Nature des mélanges.	Nombre des expériences.	Pressions absolues (kilog. par centimètre carré).	Écart moyen.	Températures.
H + O + 3 Az.......	2	6,73	0,08	1834
H + O + 3 H.......	1	6,91	»	1888
H + O + 6 O.......	1	6,65	»	1809
H + O + 2 Az.......	2	7,71	0,13	2233
H + O + 2 H.......	2	7,87	0,11	2283
H + O + Az........	4	8,53	0,25	2691
H + O + H.........	4	8,64	0,15	2733
H + O + O^2........	2	8,52	0,04	2690
H + O + $\frac{1}{4}$ Az......	3	8,87	0,10	3173
H + O + $\frac{1}{4}$ H.......	2	9,10	0,05	3265

Mélanges C^2Az + 2O + *gaz inerte. — Bombe* 300^{cc}.

Nature des mélanges.	Nombre des expériences.	Pressions absolues (kilog. par centimètre carré).	Écart moyen.	Températures.
C^2Az + O^2 + Az^2....	2	13,77	0,08	2791
C^2Az + O^2 + 2CO...	2	14,00	0,13	2843
C^2Az + O^2 + $\frac{3}{4}$Az...	1	18,56	»	3507
C^2Az + O^2 + $\frac{3}{4}$CO...	1	18,75	»	3547

» Nous pensons que jusqu'à 2700° l'identité des chaleurs moléculaires à volume constant des gaz H, O, Az, CO doit être admise. Au-dessus de cette limite, on voit facilement que la vérification tirée de nos expériences serait illusoire, étant donnés le degré de précision et la faible teneur du mélange en gaz inerte.

» L'identité des chaleurs spécifiques de CO et Az aux températures élevées permet d'aborder directement, à l'aide des mélanges cyanogénés brûlant pour oxyde de carbone, l'étude des chaleurs spécifiques des gaz simples, et les expériences qui précèdent fournissent déjà quelques indications sur une limite supérieure des chaleurs spécifiques de ces gaz aux températures de 3500°. Mais nous avons montré, dans une Communication précédente, l'influence très notable des surfaces de refroidissement du récipient sur la valeur des pressions maxima réellement développées, et nous nous réservons de revenir sur cette question quand nous aurons complété nos expériences dans des récipients de grande capacité.

» II. Nous signalerons seulement la valeur très élevée des températures

auxquelles conduisent les mesures de pressions relatives aux mélanges cyanogénés.

Nature du mélange.	Pressions absolues (kilog. par centimètre carré).	Température.	Capacité du récipient.
$C^2Az + 2O$	23,06	3927	300cc
$C^2Az + 4O$	20,25	5320	1500cc

» La température calculée pour le deuxième mélange est sans doute trop élevée, du fait des dissociations, mais la première peut être considérée comme exacte d'après les remarques qui précèdent, et elle est supérieure de près de 1000° aux températures généralement considérées comme pratiquement réalisables. »

PHYSIQUE. — *Sur la variation des indices de réfraction de l'eau et du quartz, sous l'influence de la température.* Note de M. **H. Dufet**, présentée par M. Fouqué.

« M. Mascart [1] a montré tout le parti qu'on pouvait tirer des franges de Talbot, employées comme procédé différentiel pour la mesure des indices de réfraction. En voici une nouvelle application :

» Un faisceau de rayons parallèles, émané d'un collimateur, traverse une cuve rectangulaire remplie de liquide. Au sein du liquide se trouve une lame à faces parallèles d'un solide, à travers laquelle passe la moitié du faisceau, limité par une fente de largeur convenable. En décomposant le faisceau par un prisme, on aperçoit les franges de Talbot. Elles se déplacent par un changement de température, et l'on peut déduire de ce déplacement la variation de la différence des indices du solide et du liquide. Soient S et L les indices du solide et du liquide, t et t' les températures qui correspondent au passage d'une frange devant le fil du réticule de la lunette pointée sur une raie de longueur d'onde λ, e l'épaisseur à 0° de la lame, μ son coefficient de dilatation pour la température $\frac{t+t'}{2}$, on a

$$e(1+\mu t)(S-L) = k\lambda,$$
$$e(1+\mu t')[S-L+\Delta(S-L)] = (k+1)\lambda,$$

équations entre lesquelles s'élimine k.

» Comme il importe que le solide et le liquide soient à la même tempé-

---

(1) *Journal de Physique*, t. I, 1re série, p. 177. — *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 617.

rature, je n'ai pas écarté à l'aide de bilames les deux faisceaux interférents. Dans ces conditions, les variations de température du liquide et les défauts de planité des lames de verre qui ferment la cuve ne sauraient troubler les phénomènes d'interférence produits exclusivement par la lame solide et la lame liquide qui la continue.

» Au lieu d'observer le passage des franges devant le fil du réticule, ce qui n'est que médiocrement exact, on observe leur passage sur les deux raies D_1 et D_2. Quand une frange obscure correspond au milieu d'une des raies du sodium, celle-ci est divisée en deux raies brillantes d'égale intensité; si la frange obscure est à égale distance des deux raies, on aperçoit dans leur intervalle une ou plusieurs franges de diffraction brillantes, symétriques par rapport aux deux raies; si enfin le milieu de leur intervalle correspond à une frange brillante du spectre, les deux raies sont bordées *extérieurement* de franges de diffraction également brillantes. Ces divers phénomènes sont très nets, et ne comportent pas pour l'évaluation de la température une erreur de plus de 3 ou 4 centièmes de degré.

» La température était déterminée à l'aide d'un excellent thermomètre, ayant autrefois servi à Despretz, dont le calibrage a été refait, et que j'ai comparé, grâce à l'obligeance de M. René Benoît, avec un des thermomètres-étalons du Bureau international des Poids et Mesures. Je crois pouvoir compter sur $\frac{1}{50}$ de degré.

» Je construis ainsi une courbe, dont les ordonnées sont les différences de température produisant le passage d'une frange, et les abscisses les températures moyennes. De la courbe moyenne, je déduis, par un calcul facile, la dérivée par rapport à la température de la différence des deux indices.

» Je ferai remarquer que ce procédé dispense de la correction très incertaine de la dilatation des lames de verre qui ferment la cuve, et de celle plus incertaine encore, bien que non négligeable, de l'air échauffé au contact des parois. De plus on détermine la température au moyen d'un seul thermomètre.

» Les expériences terminées jusqu'à présent ont porté sur l'eau comme liquide, et, comme solides, sur la glace de Saint-Gobain et le quartz perpendiculaire à l'axe. L'épaisseur des lames était $1^{mm},258$ pour le verre, $1^{mm},392$ pour le quartz; avec ces épaisseurs, les franges sont très serrées (environ 50 franges entre les raies C et D), et il faut, pour les observer, la dispersion assez forte produite par cinq prismes de flint de 60°. L'indice du verre de Saint-Gobain pour la raie D ne varie pas sensiblement avec la

température, d'après les expériences directes de M. Fizeau et de M. Baille. Les expériences faites avec ce corps donneront donc la variation d'indice de l'eau. La différence entre les résultats précédents et ceux obtenus avec l'eau et le quartz donneront la variation de l'indice ordinaire de ce dernier corps.

» Les expériences que je publie aujourd'hui ont surtout servi de moyen de contrôle pour la méthode. Cette méthode fournit avec une grande précision les variations d'indice des liquides, et, pour les solides, comparés à un liquide étudié une fois pour toutes, elle permet d'opérer sur de très petits fragments.

» La détermination des variations d'indice de l'eau était ici le point important; aussi ai-je procédé à des mesures directes. Je me suis d'abord servi d'un prisme de 90° environ, placé à une température déterminée à la position de déviation minima. Le prisme rempli d'eau tiède se refroidissait lentement dans l'air ambiant; sa capacité étant de près d'un litre, le refroidissement était assez régulier pour permettre le dédoublement de la raie du sodium, alors que sa température était de 15 à 20° au-dessus de celle de l'air ambiant. J'ai d'ailleurs opéré en été et en hiver avec des températures extérieures voisines de 20° et de 0°, en plaçant le thermomètre en différents points de la masse liquide. Les résultats étaient très concordants. D'autres séries d'expériences ont été faites avec un prisme de 45°, placé normalement aux rayons incidents. Dans les deux cas, *sans toucher au prisme*, j'observais, à l'aide d'un théodolite de Gambey donnant les 5″, le déplacement de la raie du sodium, et j'en ai déduit une formule donnant $\frac{dn}{dt}$ en fonction de la distance de la raie D à la position correspondant à une température donnée. On évite ainsi, en ne touchant pas au prisme, les erreurs provenant des irrégularités des lames qui le forment.

» Je reproduis, sous forme de Tableau, les résultats obtenus entre 20° et 40°.

	$\frac{dn}{dt}$ déduit des expériences					
	directes.					
Température.	Prisme de 90°. I.	Prisme de 45°. II.	sur l'eau et la glace de Saint-Gobain. III.	sur l'eau et le quartz. IV.	Moyenne de I, II, III.	Différence avec IV.
40°...	−0,0001446	−0,0001457	−0,0001497	−0,0001418	−0,0001467	−0,0000049
38...	1406	1420	1437	1381	1421	40
36...	1364	1382	1386	1337	1377	40
34...	1321	1340	1330	1288	1330	42

Température.	$\frac{dn}{dt}$ déduit des expériences directes. Prisme de 90°. I.	Prisme de 45°. II.	sur l'eau et la glace de Saint-Gobain. III.	sur l'eau et le quartz. IV.	Moyenne de I, II, III.	Différence avec IV.
32° ...	−0,0001276	−0,0001291	−0,0001275	−0,0001234	−0,0001281	−0,00047
30 ...	1229	1239	1220	1177	1229	52
28 ...	1181	1179	1168	1118	1176	58
26 ...	1134	1119	1114	1058	1122	64
24 ...	1074	1049	1058	999	1060	61
22 ...	1009	978	995	939	994	55
20 ...	929	898	927	873	918	45

» Le nombre obtenu pour la variation d'indice ordinaire du quartz est − 0,0000050, nombre presque identique avec celui obtenu par M. Fizeau, − 0,0000055, entre des limites de température un peu différentes. »

ACOUSTIQUE. — *Études expérimentales sur la production des voyelles dans la parole chuchotée.* Note de M. **J. Lefort**, présentée par M. A. Cornu.

« Si l'on insuffle de l'air dans une cavité de capacité déterminée, ouverte à sa partie supérieure, et que l'on puisse agrandir ou diminuer, ouvrir ou fermer à volonté, on produit des bruits analogues aux voyelles dans la parole chuchotée.

» La colonne d'air peut être formée par l'expiration de l'air contenu dans les poumons ou fournie par une soufflerie quelconque, sur le sommier de laquelle sont fixés des porte-vent dont l'orifice de sortie doit être rétréci pour produire un effet pareil à celui que l'air qui sort des poumons fait entendre en frôlant les lèvres du larynx.

» On peut obtenir la cavité avec des boules ou des poires de caoutchouc, ou mieux avec des tubes de verre ou de métal, dont il est plus facile d'augmenter ou de diminuer la hauteur et le diamètre d'ouverture.

» On donne naissance, par ces diverses modifications, aux bruits caractéristiques des voyelles.

» Les capacités grandes produisent les voyelles : *ou*, *ô* fermé, *o* ouvert, *à* ouvert, *â*.

» Les moyennes produisent les voyelles *u*, *eu*, *e*. Il faut toujours donner à cette dernière voyelle la même prononciation que *eu* dans fl*eur*.

» Les petites capacités enfin produisent les voyelles *i*, *é* fermé, *è* ouvert.

» Le tube ouvert donne, dans l'ordre suivant, à mesure qu'on en diminue graduellement la hauteur, les voyelles *â*, *à*, *e*, *eu*, *u*, *è*, *é*, *i*.

Les voyelles *ou*, *ô*, *o* ouvert s'obtiennent en fermant, à trois degrés différents, l'orifice supérieur du tube.

» Des tubes de divers diamètres d'ouverture, produisant à la même hauteur des notes de capacités différentes, il s'ensuit qu'un tube de $0^m,028$ de diamètre intérieur donne, à la hauteur de $0^m,067$, la note de capacité *mi* bémol, tandis que la note de capacité d'un tube de $0^m,026$ est *fa* naturel à la même hauteur.

» Si, après avoir fermé l'orifice supérieur de la cavité, on l'ouvre graduellement, on forme également des séries de ces mêmes bruits caractéristiques des voyelles, dont les notes de capacité varient par demi-tons à mesure que l'ouverture s'agrandit.

» Ce changement de tonalité démontre l'exactitude de la règle établie dans ma méthode de chant, qui ordonne d'augmenter l'ouverture de la bouche, lorsque les sons suivent une marche ascendante.

» On arrive, par ce moyen, à émettre toutes les voyelles pures, dans toute l'étendue de l'échelle vocale.

» Il résulte aussi de cette nouvelle théorie la preuve manifeste que les voyelles ne sont pas des timbres, comme on l'enseigne généralement, et qu'elles sont les notes de hauteurs différentes, d'un même instrument, l'instrument de la parole, complètement distinct de l'instrument vocal; qu'on peut leur communiquer des timbres nombreux; le sombre, le clair, le doux, le dur, le guttural, le nasal, etc.; ces timbres divers sont formés par la mise en action des muscles nombreux de l'organe de la voix; mais ils ne sont pas propres aux voyelles, ils peuvent leur être ajoutés.

» Les voyelles ne sont donc pas des timbres, au même titre que le timbre des sons de même hauteur, qui caractérise entre eux les divers instruments, soit à vent, soit à cordes. »

CHIMIE. — *Sur la liquéfaction de l'azote.* Note de MM. **S. Wroblewski** et **K. Olszewski**, présentée par M. Debray.

« Ayant liquéfié l'oxygène d'une manière complète ([1]), nous avons essayé de liquéfier l'azote. Ce gaz, refroidi dans un tube de verre jusqu'à

([1]) *Voir* la Note précédente, *Comptes rendus*, séance du 16 avril 1883.

— 136°C. et soumis à la pression de 150^{atm} ne se liquéfie pas encore. Rien ne se laisse voir dans le tube.

» Si l'on fait une détente *brusque*, il y a dans tout le tube une ébullition tumultueuse. Elle peut être comparée seulement avec l'ébullition de l'acide carbonique liquide dans un tube de Natterer en verre, lorsqu'on plonge ce tube dans de l'eau chauffée à une température un peu supérieure à la température critique de l'acide carbonique. Mais, si l'on fait la détente lentement et si, en diminuant la pression, on ne dépasse pas la pression de 50^{atm}, l'azote se liquéfie d'une manière complète : le liquide présente alors un ménisque bien distinct et s'évapore très vite.

» Ainsi l'azote ne reste que quelques secondes dans l'état statique des liquides stables. Pour pouvoir le maintenir plus longtemps dans cet état, on devrait disposer d'une température inférieure au minimum que nous avons été en état d'obtenir jusqu'à présent par notre procédé. Nous nous sommes occupés de rechercher les moyens d'obtenir cette température.

» L'azote liquide est incolore et transparent comme l'oxygène et comme l'acide carbonique. »

M. **Debray** donne lecture d'une nouvelle dépêche qui lui a été adressée par M. Wroblewski le 21 avril.

« Oxyde de carbone liquéfié dans les mêmes conditions que l'azote. Ménisque visible. Liquide incolore. »

M. Debray ajoute :

« Ces expériences mettent bien en évidence l'influence du froid produit par la détente des gaz, que M. Cailletet a utilisé le premier pour la liquéfaction de ces corps. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les apatites iodées*. Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« J'ai montré dans de précédentes Notes que l'on peut former des apatites et des wagnérites, soit avec du chlore, soit avec du brome, dans des circonstances qui sont à très peu près identiques; les wagnérites se produisent en présence d'un grand excès du sel haloïde qu'elles renferment, et les apatites, qui proviennent parfois de la décomposition des premières par la matière en fusion, peuvent aussi prendre directement naissance dans des conditions d'ailleurs parfaitement définies. La formation de combinaisons iodées du même ordre s'accomplit théoriquement de la même manière; mais il se présente ici quelques difficultés particulières d'exécution.

» En général, la chaleur de formation d'un iodure métallique anhydre, à partir de ses éléments, est notablement inférieure à celle de l'oxyde correspondant; on a, par exemple :

Ca + I solide = CaI solide + $53^{cal},9$;	Ca + O = CaO + $66^{cal},0$,
Zn + I » = ZnI » + 24,6;	Zn + O = ZnO + 43,2,
Pb + I » = PbI » + 21,0;	Pb + O = PbO + 25,5.

» On en conclut, comme M. Berthelot l'a fait depuis longtemps, que l'iode des iodures anhydres est facilement déplacé par l'oxygène; d'autre part, les iodures cristallisés et hydratés se décomposent partiellement quand on les chauffe au contact de l'air, et comme on ne peut pas les fondre dans un courant d'acide iodhydrique, à cause de la facilité avec laquelle ce gaz se dissocie, il en résulte que, lorsqu'on essaye de porter un tel iodure jusqu'à sa température de fusion, même en évitant le contact de l'air, il se détruit en majeure partie, laissant à sa place un mélange d'oxyde ou d'oxyiodure avec un peu d'iodure, qui même y disparaît presque totalement quand on maintient la masse au rouge sombre pendant quelque temps: aussi la formation de wagnérites de chaux ou de magnésie, par exemple, ne peut-elle être réalisée par la fusion de leurs éléments au sein d'un excès de l'iodure qui se détruit même avant de se liquéfier; on peut cependant obtenir ces composés, mais à l'aide d'un autre procédé sur lequel je reviendrai ultérieurement.

» Mais si les iodures métalliques purs ne peuvent pas en général éprouver la fusion ignée sans se décomposer, on peut tourner la difficulté en mettant à profit les observations de MM. Berthelot et Ilosvay. Ces savants ont en effet montré [*Sur les sels doubles préparés par fusion* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1487 et 1551)] qu'un certain nombre de systèmes formés par l'association ignée de deux sels peut présenter une chaleur de dissolution moindre que la somme de celle des composants, ce qui indique la formation de sels doubles; ces phénomènes, qu'on observe, par exemple, avec les chlorures de potassium et de magnésium, avec ceux de potassium et de calcium, avec les chlorure et bromure de baryum (*ibid.*, p. 1492), se produisent également, au moins avec certains iodures associés à un iodure alcalin. Ceux qui, dans les conditions de l'expérience, peuvent donner naissance à des iodures doubles formés avec dégagement de chaleur, se trouvent présenter ainsi un plus grand degré de stabilité que lorsqu'ils sont seuls, et tels d'entre eux qui se décomposent avec facilité quand

on les chauffe isolément peuvent être fondus sans altération notable avec de l'iodure de sodium; un tel mélange peut alors permettre la formation d'apatites quand on le fond, soit avec de l'acide vanadique, soit avec les phosphates ou les arséniates ammoniacaux.

» Cependant un nouvel embarras se présente encore, car les apatites sont décomposées par l'iodure alcalin en fusion, quand il ne renferme pas, à la température à laquelle on opère, une quantité minimum de l'iodure métallique, qui entre dans leur constitution; on obtient bien alors un sel cristallisé, mais c'est un phosphate, un arséniate ou un vanadate, ne retenant pas d'iode. On doit donc, en définitive, n'opérer que sur un mélange à proportions déterminées d'iodure alcalin et d'iodure métallique, éviter avec soin l'accès de l'oxygène atmosphérique et, enfin, ne maintenir la matière en fusion que pendant peu de temps, à cause de la volatilité des iodures. Même en observant ces précautions, on ne peut empêcher un dégagement d'iode pendant que l'on chauffe, mais cependant on obtient, sous la forme de cristaux très nets, des apatites iodées; en voici quelques exemples.

» Apatites de baryte. — *Iodophosphate* : $BaI, 3(3BaO, PhO^5)$. — On chauffe, pendant une heure environ, un mélange à poids égaux d'iodures de baryum et de sodium, avec un peu de phosphate d'ammoniaque; la masse, très lentement refroidie, puis lavée, laisse de beaux prismes hexagonaux terminés par des pyramides à six faces. Ces cristaux transparents, brillants et incolores, se dissolvent aisément dans les acides étendus.

» *Iodoarséniate* : $BaI, 3(3BaO, AsO^5)$. — On le prépare comme le précédent en substituant l'arséniate d'ammoniaque au phosphate. Il est, comme lui, ne beaux prismes incolores, hexagonaux, terminés par des pyramides à six pans.

» *Iodovanadate* : $BaI, 3(3BaO, VO^5)$. — Prismes hexagonaux, transparents, lourds, légèrement jaunes, qui se produisent quand on échauffe quelque temps de l'acide vanadique dans le mélange à parties égales d'iodures de baryum et de sodium.

» Apatites de strontiane. *Iodophosphate* : $SrI, 3(3SrO, PhO^5)$. — On l'obtient sous la forme de prismes hexagonaux, transparents, courts, terminés par deux pyramides, quand on fond un mélange d'iodures de strontium et de sodium avec un peu de phosphate d'ammoniaque; il faut chauffer peu de temps, sinon le sel s'altère, et si le poids d'iodure alcalin dépasse le double de celui d'iodure de strontium, on n'obtient plus que des cristaux du phosphate de strontium $PhO^5, 2SrO$.

» *Iodoarséniate:* $SrI, 3(3SrO, AsO^5)$. — Il se produit dans les mêmes conditions que l'iodophosphate : ce sont des aiguilles blanches et fines terminées par des pyramides et mêlées à une matière amorphe qu'on sépare par lévigation; si la proportion d'iodure alcalin est trop considérable, on n'a plus que des cristaux de l'arséniate $AsO^5, 2SrO$. Avec l'acide vanadique on obtient un *iodovanadate* analogue.

» Apatites de chaux. *Iodovanadate :* $CaI, 3(3CaO, VO^5)$. — Quand on fond de l'acide vanadique avec un mélange d'iodures de calcium et de sodium, il se forme toujours de la chaux; cependant la masse lavée à l'eau, puis avec une solution de nitrate d'ammoniaque, laisse des cristaux transparents, incolores, dont la forme est toujours celle d'un prisme à six pans terminé par des pyramides à six faces. Avec l'arséniate d'ammoniaque on obtient, mais plus difficilement, un composé tout semblable.

» De même, quand on chauffe dans un excès d'iodure de sodium un mélange en proportions convenables d'iodure de plomb avec du phosphate ou de l'arséniate de ce métal, on peut en séparer des combinaisons iodées sous la forme de petits prismes transparents jaunes, et souvent groupés en faisceaux.

» On voit en résumé, par l'ensemble de ces recherches, que les apatites et les wagnérites forment des groupes bien définis de composés, présentant même composition et mêmes formes cristallines. Ces corps peuvent indifféremment contenir du chlore, du brome, de l'iode ou même du fluor; ils prennent naissance par voie sèche dans des circonstances tout à fait analogues, et ce sont les mêmes règles générales qui président à leur décomposition. »

Chimie. — *De l'action de l'eau sur la chaux du Theil et de l'existence d'un nouveau composé hydraulique, le* pouzzo-portland; par M. Ed. Landrin.

« J'ai montré, dans la dernière Communication que j'ai faite à l'Académie, que l'absorption de la chaux par la silice hydraulique tendait vers une limite exprimée par la formule $3SiO^2, 4CaO$, qui correspond à la composition suivante, en centièmes :

Silice............	44,55
Chaux............	55,45
	100,00

» J'appellerai ce composé *pouzzo-portland*, pour rappeler à la fois son origine et ses propriétés.

» Je vais, en effet, démontrer que ce composé est l'élément principal de tous les composés du Theil et qu'il peut être directement reproduit par la voie sèche dans des conditions identiques à celles qui accompagnent la production de tout bon portland.

» Si l'on traite de la chaux du Theil par de l'eau distillée exempte d'acide carbonique, 1^{gr} de chaux par 2^{lit} d'eau, et si l'on agite le mélange pendant dix à douze jours à l'aide d'appareils mécaniques, on arrive à dissoudre une partie des éléments de la chaux. La composition de la chaux du Theil, ramenée à 100, est alors la suivante :

Perte au rouge (eau et acide carbonique)		4,40
Partie soluble dans l'eau	41,21	95,60
Partie insoluble dans l'eau	54,39	
		100,00

et les solubles et insolubles dans l'eau sont constitués comme suit :

	Solubles.	Insolubles.	Total.
Silice	4,70	21,70	26,40
Oxyde de fer et alumine	1,05	1,95	3,00
Chaux	35,10	30,06	65,16
Magnésie	0,36	0,68	1,04
	41,21	54,39	95,60

L'examen des chiffres relatifs à la partie de chaux soluble montre immédiatement que l'eau a séparé de la chaux du Theil : 1° un très grand excès de chaux libre évidemment destiné, dans la pratique, ou à se carbonater au contact de l'acide carbonique de l'air et de l'eau, en formant ainsi une enveloppe protectrice pour le mortier, ou bien à se dissoudre dans l'eau, si les conditions sont défavorables à la prise, c'est-à-dire si l'eau ne contient pas d'acide carbonique en quantité suffisante pour favoriser la carbonatation ou, si elle en contient trop, pour favoriser la production du bicarbonate de chaux soluble; 2° de l'aluminate de chaux soluble; 3° de la silice maintenue en solution à la faveur de l'alcali, silice qui pourra jouer à la longue un rôle analogue à celui que j'ai défini dans mes expériences sur la silice soluble de Graham.

» L'examen de la composition des insolubles est non moins intéressant. Si l'on admet, en effet, que l'alumine est combinée à la chaux, sous sa forme

la plus basique, ce qui est bien naturel en raison du grand excès de chaux contenu dans la chaux du Theil, les chiffres précédents peuvent être ainsi groupés :

Silice....................	21,70	Pouzzo-portland	48,58
Chaux....................	26,88		
Chaux (à l'état d'aluminate)..	3,18	Aluminate de chaux....	5,13
Alumine et oxyde de fer......	1,95		
Magnésie			0,68
			54,39

» Si l'on se reporte, en effet, à la composition du pouzzo-portland, 21,70 de silice exigeraient, pour former ce composé, 27 de chaux, nombre aussi voisin que possible du nombre 26,88, qui correspond à l'analyse précédente. Les insolubles de la chaux du Theil sont donc formés de pouzzo-portland mélangé d'une faible quantité d'aluminate de chaux et de magnésie. De plus, ces insolubles, séchés au rouge sombre, ont la propriété de faire prise à nouveau et de durcir progressivement, comme le ferait le meilleur portland.

» Mais ce qu'il y a de plus singulier, c'est que ce pouzzo-portland prend directement naissance, sans excès de chaux libre, dans la cuisson de la chaux du Theil, probablement sous l'influence d'une surcuisson. MM. Pavin de Lafarge, qui exploitent les calcaires du Theil, ont, en effet, observé depuis longtemps qu'il se forme, dans la préparation de leur chaux, des grappiers qui ne s'éteignent pas dans l'eau et qu'il leur est ainsi facile de séparer au moment de l'extinction : ces grappiers sont susceptibles de donner un excellent ciment portland. Quoique j'aie analysé moi-même avec soin ces grappiers et ces ciments, je préfère ici donner l'analyse qui en a été faite au laboratoire des Ponts et Chaussées, par les soins de M. Hervé Mangon et de M. Durand-Claye :

Acide carbonique, eau et produits non dosés [1]			8,60
Silice....................	35,75	Pouzzo-portland...	78,45
Chaux....................	42,70		
Chaux....................	7,40	Aluminate de chaux.	11,95
Alumine et oxyde de fer....	4,55		
Magnésie..			1,00
			100,00

[1] *Notice sur les chaux éminemment hydrauliques de Lafarge*, 1878, chez P. Dupont. Je dois adresser ici mes remerciements à MM. Pavin de Lafarge, qui ont bien voulu mettre à ma disposition de nombreux échantillons.

» Le calcul précédent appliqué à ces résultats exigerait 44,4 de chaux au lieu de 42,70 [1] pour former avec les 35,75 de silice du pouzzo-portland. On peut donc bien encore conclure que le portland du Theil doit ses propriétés les plus essentielles à la présence du pouzzo-portland, puisque ce dernier entre pour les $\frac{8}{9}$ dans sa composition, en faisant abstraction de l'eau et de l'acide carbonique.

» Il me reste, en dernier lieu, à faire voir que ce même composé peut être obtenu par la voie sèche et qu'il peut durcir sans le concours de l'aluminate de chaux. Toutes les expériences que j'ai faites dans ce sens ont été conduites de la même manière : les mélanges sur lesquels j'ai opéré étaient introduits dans un creuset en charbon de cornue placé lui-même dans un creuset en terre réfractaire ; le tout était porté à la température du rouge blanc, dans un fourneau à vent chauffé au coke, pendant un temps variable suivant l'expérience. Le maximum de cuisson atteint, on laissait refroidir le creuset dans le fourneau même, et l'on examinait ensuite les produits de la cuisson. Sans insister sur le détail de mes expériences, sur lequel je reviendrai prochainement, je puis dire, dès maintenant, que les mélanges de chaux pure et de silice de diverses natures (silice hydraulique, silex pyromaque et même quartz), dans les proportions du pouzzo-portland, chauffés plus ou moins longtemps au rouge blanc, suivant la nature de la silice, pour amener la masse à consistance fondue, mais non vitrifiée, m'ont donné un pouzzo-portland artificiel dont les principaux caractères sont les suivants : 1° sous l'influence du refroidissement, il ne tarde pas, dans la plupart des cas, à se déliter et à tomber en poussière; 2° il est entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique; 3° gâché avec la plus petite quantité d'eau possible et immergé dans l'eau, il fait prise, au bout de quinze à seize heures, mais en acquérant une dureté à peine égale à celle du blanc d'Espagne; 4° cette dureté devient en quelques heures semblable à celle des pierres les plus résistantes si l'on fait passer dans l'eau d'immersion un courant d'acide carbonique ou si l'on immerge directement le mortier dans l'eau chargée de ce gaz. »

---

[1] La différence entre les deux nombres 44,4 et 42,7 serait encore atténuée si l'on avait pu calculer la chaux sous forme d'aluminoferrite de chaux, car l'équivalent du sesquioxyde de fer, étant plus élevé que celui de l'alumine, diminuerait forcément le résultat calculé, 44,4.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés phénoliques*. Note de M. L. HENRY, présentée par M. Wurtz.

« J'ai eu l'occasion de former, dans le cours de mes dernières recherches, divers composés phénoliques. Je demande à l'Académie la permission de les faire connaître sommairement.

» 1. *Oxyde de phényléthyle monochloré* $(C^6H^5O)CH^2-CH^2Cl$. — Ce corps résulte de l'action du chlorobromure d'éthylène sur le phénate potassique, au sein de l'alcool (1):

$$\begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH^2Br \end{matrix} + KOC^6H^5 = \begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ CH^2(OC^6H^5) \end{matrix} + KBr.$$

» La réaction est aisée et rapide; il suffit de chauffer pendant quelque temps le mélange au bain d'eau, dans un appareil à reflux; le rendement est fort avantageux; il ne se dégage qu'une faible quantité d'éthylène monochloré, et il ne se forme que fort peu de *phénol éthylénique* $C^2H^4(OC^6H^5)^2$, facile, d'ailleurs, à séparer par la distillation du produit principal.

» L'oxyde de phényléthyle monochloré constitue un beau corps solide, cristallisant après fusion, par refroidissement, en lamelles épaisses ayant la forme d'un hexagone allongé <⎯⎯>, du système clinorhombique; il est parfaitement incolore et exhale une odeur phénolique agréable, analogue à celle de l'*éthylphénol* $C^6H^5(OC^2H^5)$ lui-même. Sa saveur est piquante.

» Il fond à 25° et bout sans décomposition, sous la pression de 754^{mm}, à 221°. Il est totalement insoluble dans l'eau, aisément soluble dans l'alcool, l'éther, etc.

» Par le chaînon $\overset{}{CH^2Cl}$ (lié), il possède les propriétés des éthers haloïdes et fait aisément la double décomposition avec les composés métalliques et hydrogénés; sous l'action de la potasse alcoolique, il se transforme en dérivé éthyloxylé $C^2H^4 \langle {}^{OC^6H^4}_{OC^2H^5}$.

» Le dérivé *bromé* correspondant $(C^6H^5O)CH^2-CH^2Br$ a été signalé, il y a peu de temps, et étudié par M. Weddige (2); il fond à 39° et bout entre 250° et 260°, en se décomposant partiellement.

(1) Voir, dans les *Comptes rendus*, ma Note sur la *Différence d'aptitude réactionnelle des corps halogènes*, etc.

(2) *Journal für praktische Chemie*, t. XXIV, p. 242; 1881.

» Je rappellerai que j'ai fait connaître autrefois l'isomère du produit que je viens de décrire, l'*oxyde d'éthylphényle monochloré* $(C^2H^5O)C^6H^4Cl$, lequel résulte de l'action de $PhCl^5$ à chaud sur le *phénol éthylique* [1]; celui-ci constitue un liquide bouillant vers 210°.

» 2. *Ethylène phényléthyloxylé* $(C^6H^5O)CH^2-CH^2(OC^2H^5)$. — Ce corps résulte, comme je viens de le dire, de l'action de la potasse alcoolique sur le composé précédent; la réaction ne se complète bien qu'en vase clos; e composé de M. Weddige réagit plus aisément.

» Ce corps constitue un liquide parfaitement limpide, d'une agréable odeur éthérée, ne rappelant que de loin celle des dérivés phénoliques; insoluble dans l'eau, sa densité à 11° est égale à 1,018. Il bout sans décomposition vers 230°.

» Ce composé s'obtient plus aisément à l'aide de l'oxyde de phényléthyle monobromé; il n'est pas nécessaire de chauffer en vase clos; mais ici la réaction est moins simple; outre le produit précédent, bouillant vers 230°, résultat de la substitution de OC^2H^5 à Br, il se produit, et en quantité notable, un composé liquide beaucoup plus volatil, bouillant vers 170°; ce corps, qui est tout à fait incolore et insoluble dans l'eau, est aussi insoluble dans la solution des alcalis caustiques: c'est un composé non saturé, car il s'ajoute vivement au brome. Cet ensemble de propriétés [2] me le fait regarder comme étant l'*éthylène oxyphénylique*

$$CH^2=CH(OC^6H^5),$$

résultant de l'élimination de HBr sous l'action de la potasse caustique, des chaînons CH^2 et CH^2Br de l'oxyde de phényléthyle monobromé. N'ayant pas encore soumis à l'analyse ce composé, je n'en parlerai pas davantage pour le moment, me réservant d'y revenir plus tard.

» J'ai fait connaître autrefois le *phénol allylique* $C^6H^5-OC^3H^5$ [3] que, j'avais préparé dans le but d'en déduire le *composé propargylique* correspondant $C^6H^5-OC^3H^3$. Je ne suis pas parvenu à celui-ci par cette voie, les produits d'addition du brome à ce corps n'étant pas susceptibles d'être

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, t. XXVIII, 1re série, p. 566; 1869.

(2) L'éthylène éthyloxylé de M. Wislicenus bout à 35°, comme l'éthane éthyloxylé ou l'éther ordinaire.

L'éthane oxyphénylé $C^2H^3-(OC^6H^5)$ bout à 172°; l'analogie autorise à admettre que l'éthylène oxyphénylé $C^2H^3-O^6H^5$ possède le même point d'ébullition à peu près.

(3) *Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*, t. V, p. 455 (1872).

utilisés. L'emploi des éthers haloïdes allyliques chlorés et bromés m'ont donné de bons résultats.

» 3° *Oxyde de phénylallyle monobromé*

$$C^6H^5\cdot OC^3H^4Br \quad \text{ou} \quad C^6H^5\text{-}(O\text{-}CH^2\text{-}CBr=CH^2).$$

— Le bromure d'allyle monobromé ($CH^2Br\text{-}CBr=CH^2$; ébullition, 142°), réagit aisément sur le phénate potassique dissous dans l'alcool. Il résulte de là le phénol allylique monobromé.

» Celui-ci constitue un liquide parfaitement limpide et incolore, mais jaunissant à la longue, d'une très faible odeur phénolique, d'une saveur amère et piquante, insoluble et plus dense que l'eau. Sa densité à 11° est 1,4028. Il bout en se décomposant légèrement vers 240°.

» 4° *Oxyde de phénylpropargyle* ($C^6H^5\text{-}OC^3H^3$) ou *phénol propargylique*. — Ce corps résulte de l'action de la potasse en solution alcoolique sur le précédent; la précipitation du bromure de potassium est rapide et complète après quelque temps de chauffe au bain d'eau.

» C'est un liquide incolore, brunissant à la longue, d'une faible odeur propargylique, d'une saveur à la fois douce et piquante; insoluble dans l'eau. Sa densité à 6° est égale à 1,246. Il bout au delà de 200°, vers 210°, mais sans point bien fixe, et en s'altérant; il est probable qu'une partie du produit se polymérise en formant des produits peu volatils.

» Il présente les propriétés ordinaires des composés propargyliques, en tant que composés non saturés et composés acétyléniques proprement dits.

» Les composés signalés dans cette Note ont été analysés. »

PALÉONTOLOGIE. — *Echinides jurassiques de l'Algérie*. Note de M. COTTEAU, présentée par M. A.-Milne Edwards.

« Les terrains jurassiques les plus anciens se montrent, en Algérie, dans les montagnes du Tell. Presque tous les étages s'y trouvent représentés, mais ils sont encore peu connus. Très pauvres en fossiles, le plus souvent transformés et devenus cristallins au contact des roches primitives et éruptives, ils sont par cela même très difficiles à distinguer.

» Les terrains jurassiques des hauts-plateaux, plus spécialement étudiés par M. Peron, font partie de l'étage corallien supérieur et de l'étage kimméridgien. Ils se rapprochent beaucoup, par l'ensemble de leur faune, de certains gisements du continent français, notamment des falaises d'An-

goulins (Charente-Inférieure) et des calcaires blancs de Tonnerre (Yonne). Ces couches offrent, sur certains points, une grande quantité d'Echinides très intéressants, les uns déjà connus et existant en Europe, les autres formant des espèces nouvelles [1].

» Le premier gisement se trouve près de l'oasis de Chellalah et du Ksar Zuerguin, dans la région des steppes de la province d'Alger, aux confins de celle d'Oran. C'est le gisement le plus considérable : les couches coralliennes constituent une série de hautes collines qui se prolongent vers l'ouest et le nord-ouest. Un escarpement situé au nord du Ksar Zuerguin présente une épaisseur de 87^{m}, sans qu'il soit possible de distinguer plusieurs étages dans cet ensemble, et, malgré la présence d'une brèche qui pourrait indiquer une interruption sédimentaire, il faut sans hésiter rapporter, au moins provisoirement, ce puissant massif à l'étage corallien.

» A 200^{km} environ de l'oasis de Chellalah, dans les régions méridionales du cercle de Bou-Saada, se rencontrent deux autres gisements du terrain corallien, remarquables par l'abondance et la belle conservation des fossiles qu'on y a recueillis, celui de Djebel-Seba qui forme la partie centrale d'un pic étroit et aigu situé dans la plaine du Liamoun, au fond d'une vallée longue et étroite resserrée par deux crêtes rocheuses, et le gisement plus intéressant encore de Makta-Liamoun, qui n'est sans doute que le prolongement de celui de Djebel-Seba, bien qu'il ne se trouve pas sur la même direction.

» A l'extrémité sud des provinces d'Alger et d'Oran, on peut observer encore de nombreux affleurements du terrain jurassique supérieur.

» Les recherches de M. Le Mesle et de M. le commandant Durand ont fait particulièrement connaître ces gisements qui représentent non seulement le terrain corallien, mais probablement aussi l'étage kimméridgien et renferment, notamment dans les environs de Géryville, de nombreux et magnifiques Oursins munis encore de tous leurs radioles.

» Les Échinides recueillis dans l'ensemble des terrains jurassiques de l'Algérie sont au nombre de quarante-sept. Une seule espèce est oxfordienne, *Collyrites friburgensis*; trente-sept espèces caractérisent l'étage corallien supérieur; neuf espèces occupent, aux environs de Géryville, un niveau plus élevé et paraissent appartenir à l'étage kimméridgien.

» Sur les quarante-sept espèces du terrain jurassique de l'Algérie, vingt-

---

(1) COTTEAU, PERON et GAUTHIER, *Echinides fossiles de l'Algérie;* 1er Fascicule : *Terrains jurassiques*. G. Masson, 1883.

huit se rencontrent en Europe, presque toujours aux mêmes niveaux stratigraphiques. Ces espèces, dont quelques-unes sont très abondamment répandues, démontrent d'une manière positive les rapports qui existaient entre les mers jurassiques européennes et celles qui recouvraient l'Afrique, et nous prouvent que, dans ces régions éloignées, la vie se développait sous des influences et dans des conditions à peu près identiques. Parmi les espèces les plus communes et les plus caractéristiques, nous indiquerons l'*Holectypus corallinus*, le *Pygaster Gresslyi*, les *Cidaris marginata* et *carinifera*, les *Hemicidaris Agassizii* et *stramonium*, le *Pseudocidaris rupellensis*, l'*Acrocidaris nobilis*, le *Pseudodiadema planissimum*, le *Glypticus hieroglyphicus*, etc. Déjà, en décrivant les Échinides des terrains crétacés, nous avons insisté sur les espèces identiques qui existaient entre l'Europe et l'Algérie et rattachaient les deux contrées l'une à l'autre, mais la proportion des espèces communes était beaucoup moins considérable alors qu'à l'époque jurassique.

» Parmi les espèces nouvelles propres au terrain jurassique de l'Algérie, quelques-unes méritent d'être signalées au point de vue zoologique. Nous citerons deux *Pygurus*, *Pygurus Durandi* et *geryvillensis*, qui se distinguent nettement par leurs caractères des nombreux *Pygurus* qu'on rencontre dans le terrain jurassique de la France; le *Rhabdocidaris Durandi*, si remarquable par ses radioles très longs, grêles, ne s'élargissant pas à l'extrémité, finement granuleux, bordés de chaque côté par une rangée d'épines espacées, régulièrement alignées; le *Pseudocidaris Durandi* qu'on rencontre à Géryville en assez grande abondance, étalé sur la roche, muni de tous ses radioles variant de forme et de taille suivant la place qu'ils occupent sur le test; à la face supérieure, ils sont courts et subfusiformes; au pourtour, ils atteignent $0^m,050$ de longueur et montrent, immédiatement au-dessus de la collerette, un léger renflement; à la partie inférieure du test, aux approches du péristome, le renflement s'atténue, s'efface presque complètement et le radiole devient cylindrique.

» Parmi les espèces déjà connues, nous mentionnerons l'*Hemicidaris stramonium*, qui caractérise le terrain jurassique supérieur de la Suisse et de l'est de la France. L'espèce n'est pas rare à Géryville, où M. Durand a recueilli un superbe exemplaire garni de tous ses radioles et remarquable par sa grande taille. Cet échantillon est dégagé, de manière qu'on peut voir à la fois les radioles de la face supérieure et ceux qui se rapprochent du péristome, et constater les modifications qu'ils éprouvent dans leur forme et leur taille.

» Notons encore une espèce bien curieuse, connue seulement par ses

radioles, le *Pseudocidaris rupellensis*, très rare dans les calcaires coralliens de la Rochelle, mais beaucoup plus commun dans les mêmes couches, au bivouac de Djebel-Seba. Ses radioles sont de grande taille, trapus, très inégalement anguleux, aplatis tantôt sur un point, tantôt sur un autre. Il est probable que cette forme étrange, et que nous ne connaissons chez aucun autre Echinide, provient de ce que le test de cette espèce était relativement de petite taille, les tubercules médiocrement développés, et que les radioles rapprochés, pressés les uns contre les autres, ont été plus ou moins gênés dans leur croissance, et qu'il en est résulté cet aplatissement irrégulier et si caractéristique qu'offrent tous les individus, sur un ou plusieurs de leurs côtés. »

GÉOLOGIE. — *Boules argileuses de Macaluba*. Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. Hébert.

« La présente Note a pour objet de signaler de singulières choses roulées que je n'ai trouvées décrites nulle part, et que je n'avais jamais eu l'occasion de rencontrer dans le cours de ma carrière, déjà longue, de botaniste et de géologue.

» Le 28 septembre dernier, accompagné de M. le professeur Fr. Terrachini, qui avait bien voulu me servir de guide, je visitai le volcan de boue du Macaluba, près de Girgenti. Au retour, nous nous détournâmes quelque peu, dans la direction du nord-est, pour aboutir à la grande route, à 1^{km} environ au nord de la station d'Aragona, cheminant à travers champs dans une contrée sillonnée de nombreux ravins, profondément creusés dans la marne miocène. A peu de distance du Macaluba, le lit desséché d'un de ces ravins était couvert d'alluvions nivelées, consistant en boue, en sables et menus débris, et en traînées de boules d'argile parfaitement sphériques, évidemment charriées par les eaux. Elles étaient en très grand nombre et de toutes dimensions : les plus volumineuses, comparables à des boulets de canon; les moyennes, à des billes de billard; les plus petites, aux billes de pierre avec lesquelles jouent les enfants. Je ramassai quelques-unes de ces dernières pour les examiner plus à loisir. Elles sont formées d'une argile grise très grossière, toute lardée de petits cristaux de gypse, fortement chargée de calcaire et faisant une vive effervescence avec les acides. Au lieu de se montrer lisse et unie comme celle des cailloux roulés, leur surface est corrodée, raboteuse et toute hérissée d'aspérités provenant de la saillie des parcelles gypseuses. Plongées dans l'eau, ces boules s'imbibent

peu à peu, mais assez difficilement, et se laissent délayer par couches successives, sans s'écraser entre les doigts; elles donnent alors une boue argileuse en suspension et déposent un précipité sableux, presque entièrement composé de petits cristaux et de petits rognons de gypse. Elles se fendillent quelquefois par la sécheresse, mais ne s'écaillent point en feuillets concentriques. M. Terrachini, qui est allé récemment au Macaluba dans le but de recueillir quelques-unes de ces boules, n'en a plus trouvé aucune. Mon savant ami pense qu'elles proviennent de noyaux ou fragments très compacts, qui se détachent de la masse argileuse profondément crevassée et morcelée par les chaleurs de l'été, et qui sont émoussés, arrondis et quelque peu entraînés par les pluies du commencement de l'automne, et finalement dissous et détruits par les grandes pluies de l'hiver. »

PHYSIOLOGIE. — *La perception du blanc et des couleurs complexes.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« J'ai montré dans ma dernière Note (9 avril) que la notion de couleur, au point de vue physiologique, peut se réduire à la perception d'une différence de clarté entre l'objet coloré et un fond blanc sur lequel il se détache. Je rappelle, d'après mes travaux précédents, que tous les rayons spectraux sont capables de produire par eux-mêmes ce fond incolore et que celui-ci dépasse légèrement les bords de l'image rétinienne.

» J'ai dressé, en m'appuyant sur ces faits, des courbes reproduisant les résultats de mes expériences, courbes dont j'ai l'honneur de présenter un spécimen à l'Académie. Les abscisses représentent l'intensité lumineuse du fond, les ordonnées sont proportionnelles à la quantité de lumière colorée supplémentaire qu'il a fallu donner à l'objet (carré de 7 millimètres) pour le faire distiuguer du fond. Ces ordonnées ont été réduites à une unité commune : on a choisi pour unité, quelle que fût la couleur employée, l'éclairement minimum susceptible de produire une sensation lumineuse dans l'obscurité, après adaptation de l'œil à cette obscurité. La détermination de ce minimum est le point important et délicat de l'expérience. C'est cette condition qui m'a forcé à opérer avec des couleurs de transmission plutôt qu'avec des couleurs spectrales. J'ai pu néanmoins, en me servant de verres colorés différemment associés, obtenir des couleurs pures ou du moins ne contenant qu'une seule région limitée du spectre.

» Ainsi, un verre rouge m'a donné une longueur d'onde moyenne de $0^{\mu},660$.

» Pour le jaune, je l'ai eu pur et suffisamment constant par la combustion d'un sel de sodium dans un brûleur de Bunsen, opérée avec certaines précautions. Longueur d'onde, $0^{\mu},590$.

» Deux verres verts associés m'ont donné une lumière correspondant aux environs de la raie E, et comprenant des longueurs d'onde entre $0^{\mu},545$ et $0^{\mu},520$; lumière par conséquent franchement verte. Région moyenne, $0^{\mu},532$.

» Deux autres verres convenablement choisis m'ont donné une lumière bleu pur, comprise entre des longueurs d'onde de $0^{\mu},480$ et $0^{\mu},440$. Région moyenne, $0^{\mu},460$.

» On voit, sur mes tracés, les courbes correspondant aux quatre couleurs employées s'incliner sur la ligne des abscisses d'une façon différente suivant l'ordre de réfrangibilité de ces couleurs; le rouge a la courbe la plus inclinée, et par conséquent c'est pour cette couleur que la sensibilité différencielle est la plus délicate par rapport au blanc; puis viennent, comme je l'ai indiqué, le rouge, le vert et enfin le bleu.

» Ces figures montrent en outre un fait nouveau : si l'on détermine suivant les mêmes principes la sensibilité différencielle de la *lumière blanche*, on trouve que cette sensibilité est intermédiaire entre celle du jaune et celle du vert; la courbe du blanc partage donc les couleurs en deux groupes, le bleu et le vert d'un côté, le rouge et le jaune de l'autre.

» Or, les premières correspondent à ce que les peintres appellent les *couleurs froides*, les secondes sont les *couleurs chaudes*.

» Cette division est nette et constante, elle se retrouve dans toutes mes expériences.

» Il y a donc lieu d'établir deux groupes bien tranchés dans la série des couleurs, au point de vue de leur perception. Les unes, couleurs chaudes, sont distinguées d'un fond incolore plus facilement que le blanc; les autres, couleurs froides, s'en distinguent plus difficilement.

» Il est curieux de voir que les artistes, bons juges en fait de sensations, ont devancé sur ce point, depuis longtemps, l'analyse physiologique; cela montre, semble-t-il, que l'on a fait fausse route en s'obstinant à rechercher un petit nombre de sensations chromatiques *spécifiques* à l'aide desquelles il serait facile de reconstituer toutes les autres.

» Y a-t-il, au sens physiologique, comme le veut Helmholtz, trois couleurs simples, et trois seules? Je ne connais aucune preuve directe qui l'ait établi jusqu'ici. Quant aux preuves indirectes, surtout celles qui sont d'ordre pathologique, elles sont discutables et insuffisantes. On pourrait

sans inconvénient admettre, comme Léonard de Vinci, quatre couleurs franchement distinctes, et que tout le monde, en réalité, retrouve au fond de ses sensations chromatiques : le bleu, le vert, le jaune et le rouge. Cette conception suffit en pratique; mais il semble plus probable que chacun des deux groupes établis plus haut contient une série continue de tons distincts.

» Quant aux couleurs complexes, j'ai fait à leur sujet un petit nombre d'expériences, qui ont donné le résultat suivant : la courbe représentant leur sensibilité différencielle n'a pas la même forme que celle des couleurs simples, elle est plus irrégulière, plus inclinée ou moins inclinée suivant les cas que les courbes de ces dernières, dont elle finit par couper une ou plusieurs. Cela signifie, et le fait est facile à vérifier directement, que le ton dominant de ces couleurs *varie suivant leur intensité lumineuse*. Ainsi, un vert jaunâtre a commencé à suivre la courbe du vert, mais bientôt sa courbe s'est inclinée vers celle du jaune, qu'elle a rejointe en coupant celle du blanc; d'autres couleurs, rose, bleu sale, etc., ont montré des irrégularités analogues. Les courbes des lumières artificielles plus ou moins jaunâtres (lampe Carcel), bien que situées, comme celle du blanc, entre le vert et le jaune, paraissent plus rapprochées de cette dernière couleur.

» Ces expériences seront reprises et complétées; on s'efforcera d'étudier la série des couleurs spectrales, et surtout de déterminer les conditions physiologiques de la production des couleurs complémentaires [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les fonctions des appendices pyloriques*. Note de M. **Raphaël Blanchard**, présentée par M. Paul Bert [2].

« Chez un grand nombre de Poissons osseux et chez certains Ganoïdes (Esturgeons), la première portion de l'intestin présente, dans la région qui confine à l'estomac, un nombre plus ou moins considérable d'organes tubuleux, auxquels Cuvier appliquait jadis le nom de *cæcums*, et que l'on connaît mieux à présent sous le nom d'*appendices pyloriques*.

» Les fonctions de ces glandes n'ont point encore été élucidées d'une façon satisfaisante; non que les auteurs se soient désintéressés de leur étude, mais on avait négligé jusqu'à ce jour de les soumettre à une expérimentation rigoureuse.

(1) Travail du laboratoire de Physique médicale de la Faculté de Nancy.

(2) Travail du laboratoire de Physiologie maritime du Havre, dirigé par M. Paul Bert.

» Les opinions les plus diverses ont été émises relativement à leur nature : Schellhammer (1707), Rathke (1837), Meckel, et tout récemment L. Edinger (1876), ont voulu y voir des organes d'absorption. C'est encore à cet avis que finit par se ranger Krukenberg (1882), après avoir proclamé (1878) que tantôt ils remplaçaient le pancréas et tantôt ils ne produisaient qu'une simple sécrétion muqueuse. La suite de cette Note montrera combien une semblable opinion est erronée.

» Le doyen des naturalistes français, M. H.-Milne Edwards, considérant que les appendices pyloriques occupent, chez les Téléostéens, la même situation que les glandes de Lieberkühn, et que, comme elles, ce sont de simples glandes en tube, voulut établir un rapprochement entre ces deux sortes d'organes ([1]), et M. E. Moreau s'est à son tour institué récemment le champion de cette idée ([2]). A part ce fait que les appendices pyloriques sont des tubes notablement plus volumineux que les glandes de Lieberkühn, caractère tout secondaire, l'analogie est en effet frappante, si l'on s'en tient aux seules comparaisons anatomiques; mais nous verrons qu'elle ne saurait se poursuivre sur le terrain physiologique.

» Enfin, un certain nombre d'auteurs, se fondant sur ce que le pancréas fait défaut chez les poissons osseux, ont pensé que les appendices pyloriques n'avaient d'autre but que de le suppléer. Cette manière de voir trouva de nombreux défenseurs, jusqu'au jour où le P. Legouis, à la suite de patientes recherches, vint démontrer l'existence d'un pancréas formé d'îlots le plus souvent fort ténus et disséminés dans tous les points du mésentère. A la suite de ces observations, les avis se partagèrent, et l'on adopta l'une ou l'autre des opinions rapportées plus haut.

» En face d'une pareille confusion, il devenait nécessaire d'entreprendre l'étude des appendices pyloriques avec toute la rigueur que comportent les méthodes actuelles.

» Krukenberg, comme nous l'avons dit, s'était déjà préoccupé de cette question ([3]). Les observations faites sur un grand nombre d'espèces l'ame-

---

([1]) H.-Milne Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée*, t. VI, p. 408.

([2]) E. Moreau, *Les Poissons de la France*, t. I, p. 117.

([3]) C.-Fr.-W. Krukenberg, *Versuche zur vergleichenden Physiologie der Verdauung mit besonderer Berücksichtigung der Verhaeltnisse bei den Fischen* (*Untersuchungen aus dem physiologischen Institute der Universitaet Heildelberg*, t. I, p. 327-340, 1878). — Id., *Vergleichend-physiologische Beitraege zur Kenntniss der Verdauungsvorgaenge* (*ibid.*, t. II, p. 1-45; 1878). — Id., *Zur Verdauung bei den Fischen* (*ibid.*, t. II, p. 385-401; 1882).

nèrent aux résultats les plus invraisemblables; le résumé suivant en donnera une idée exacte.

» Suivant lui, les appendices pyloriques produiraient tout à la fois de la diastase, de la pepsine et de la trypsine chez *Acipenser sturio, Motella tricirrhata* et *Lophius piscatorius;* ils produiraient de la pepsine et de la trypsine chez *Trachinus draco, Scorpæna scrofa* et *Zeus faber;* de la pepsine, mais non de la trypsine, chez *Umbrina cirrhosa, Uranoscopus scaber* et *Chrysophrys aurata;* de la trypsine et de la diastase, mais non de la pepsine, chez *Dentex vulgaris;* de la trypsine, sans pepsine ni diastase, chez *Alosa finta* et *Trigla hirundo*.

» Après avoir constaté une aussi grande variation dans l'action digestive exercée par ces organes, Krukenberg croit pouvoir conclure que leur rôle n'est point de modifier les aliments, mais bien d'absorber les produits élaborés à leurs dépens. Mais cette opinion semble déjà, *a priori,* difficilement soutenable : d'abord, parce que les aliments, en arrivant au niveau des appendices pyloriques, n'ont encore subi que l'action du suc gastrique, ensuite parce que la muqueuse intestinale est abondamment pourvue de villosités délicates qui sont la véritable voie de l'absorption.

» Des expériences récentes nous ont montré du reste que, loin d'être variable et inconstant comme l'admet Krukenberg, le rôle des appendices pyloriques est au contraire des plus précis. Nos observations n'ont porté que sur dix espèces, mais chaque expérience a été répétée plusieurs fois, et, à part des variations tenant à des causes d'erreur bien déterminées, nos résultats ont toujours été concordants. Nous avons étudié *Alosa finta,* parmi les Malacoptérygiens abdominaux; *Merlangus pollachius, Merlucius vulgaris* et *Gadus luscus,* parmi les Anacanthines; *Trachinus draco, Trigla pini, Trigla corax, Trigla lineata, Trachurus trachurus* et *Zeus faber,* parmi les Acanthoptères.

» Le suc sécrété par les appendices pyloriques est alcalin.

» Chez toutes les espèces que nous avons citées plus haut, nous avons toujours noté une rapide et énergique transformation de l'amidon cuit en glycose, aussi bien à la température ambiante (environ 12°) qu'à une température de 38°. Il nous a paru en outre que la transformation était plus rapide et plus complète à chaud qu'à froid, ce qui vient à l'appui de ce que nous faisions pressentir dans une Note précédeute [1], à savoir que, s'ils

---

[1] R. Blanchard, *Sur les onctions de la glande digitiforme ou superanale des Plagiostomes* (*Comptes rendus,* t. XCV, p. 1005, 20 novembre 1882).

ne sont point identiques à ceux des Vertébrés supérieurs, les ferments digestifs des Poissons se comportent du moins de la même façon qu'eux en présence de la chaleur. Quant à l'amidon crû, nous l'avons vu se digérer à chaud chez *Merlucius vulgaris* et *Trachinus draco*, mais non chez *Zeus faber*, à froid chez *Gadus luscus*, mais non chez *Trachurus trachurus*. Quoi qu'il en soit de ces différences légères, si l'on considère que nos expériences avec l'amidon cuit, au nombre de dix-neuf, ont *toutes* donné un résultat identique, on sera en droit de conclure que les appendices pyloriques produisent de la diastase.

» Pour rechercher l'action sur les substances albuminoïdes, nous avons eu recours au blanc d'œuf cuit et à la fibrine gélifiée par 2 à 3 pour 100 d'acide chlorhydrique. En solution alcaline, le suc des appendices pyloriques a toujours donné lieu à une production de peptones : ces appendices élaborent donc aussi un ferment tryptique. Mais ce ferment possède la curieuse faculté d'agir presque aussi énergiquement dans un milieu neutre que dans un milieu alcalin; il peut même parfois continuer son action dans un milieu faiblement acide.

» Faut-il, dans les cas de ce genre, conclure avec Krukenberg que nous avons affaire à un suc renfermant trois ferments divers agissant sur les albuminoïdes? Nous ne le pensons point, car les recherches récentes de Physiologie comparée nous ont fait connaître, notamment chez les Invertébrés, des ferments digestifs dont l'action ne semble pas influencée par la réaction du milieu.

» En somme, les appendices pyloriques digèrent énergiquement l'amidon cuit, plus faiblement l'amidon crû, et transforment les albuminoïdes. A cela se borne leur action : ils ne sont donc que des représentants imparfaits du pancréas, puisqu'une importante fonction de cet organe, l'émulsion et le dédoublement des graisses, ne leur est point dévolue. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la morsure de la sangsue*. Note de M. G. Carlet, présentée par M. Paul Bert.

« Dans une première Note ([1]), j'ai montré que la *fixation* de la ventouse antérieure de la sangsue s'effectuait tout autrement qu'on ne l'avait supposé jusqu'alors.

» Le procédé par lequel s'accomplit la *morsure* n'est aussi que très incom-

([1]) *Comptes rendus* du 12 février 1883.

plètement connu : on sait simplement que cette opération se fait au moyen de trois mâchoires denticulées dont l'anatomie seule a été bien étudiée.

» Aussitôt après la fixation, la partie antérieure du corps de la sangsue se redresse brusquement, de façon à simuler un sabot de cheval posé sur le sol. Cette position, qui précède immédiatement la morsure, est obtenue par la contraction des fibres musculaires longitudinales de la partie relevée, qui sert alors de point d'appui aux muscles des mâchoires. Dès que ceux-ci entrent en action, on les voit s'accuser par trois saillies, puis trois dépressions, qui se succèdent avec un synchronisme parfait, suivant qu'il y a contraction ou relâchement. Ces mouvements peuvent être perçus directement, en comprimant légèrement la région pharyngienne entre deux doigts; j'ai même pu les enregistrer et j'ai vu ainsi qu'ils se succèdent, sans repos intermédiaire, à raison de deux contractions par seconde.

» Pour étudier la façon dont s'effectue la morsure, j'ai appliqué des sangsues sur la peau rasée d'un lapin convenablement fixé, en ayant soin de les détacher à divers moments.

» 1° Si l'on soulève, avec précaution, au moyen d'un petit crochet, un point du pourtour de la ventouse, dès que la partie qui la surmonte s'est redressée en forme de pied de cheval, on voit que la peau s'est soulevée en mamelon et, si l'on enlève complètement la sangsue, on peut vérifier que ce mamelon n'a subi encore aucune atteinte. C'est là une phase qu'on peut appeler *période préliminaire de la morsure*, et qui n'a aucun rapport sur la fixation; car, si l'on fait progresser une sangsue sur une feuille de papier très mince, on n'aperçoit par-dessous aucun enfoncement de papier correspondant à la fixation des ventouses.

» 2° Si l'on détache la sangsue *aussitôt après* que les mouvements de la région pharyngienne ont donné le signal de l'action des mâchoires, on trouve, sur la peau, trois incisions linéaires équidistantes et ne se rencontrant pas.

» 3° Si le détachement de la sangsue a lieu *quelques instants après* le début de la morsure, on observe trois déchirures figurant un trèfle dont les folioles ne se rencontrent pas. Si, à ce même moment, au lieu de détacher la sangsue, on la sectionne d'un coup de ciseaux dans la région œsophagienne, elle ne cesse pas de mordre, comme on peut s'en assurer à l'inspection des mouvements du pharynx; mais on n'observe encore aucun écoulement de sang par l'orifice œsophagien.

» 4° Si, sur ce tronçon de sangsue qui continue à mordre, on attend

que le sang s'échappe par la section de l'œsophage et qu'on détache alors le tronçon, on voit que les trois folioles du trèfle se sont rejointes au centre, de façon à former, par le retrait des lambeaux de la peau, une blessure ayant la forme d'un triangle dont les trois médianes correspondent aux trois mâchoires.

» 5° On peut quelquefois, sur une sangsue en train de mordre, soulever une portion assez étendue de la ventouse pour pouvoir observer facilement le mouvement des mâchoires. On voit alors celles-ci *s'écarter* l'une de l'autre, en même temps qu'elles *s'enfoncent* dans la blessure, puis *se rapprocher* en même temps qu'elles *se relèvent*.

» En résumé, les denticules des mâchoires ne sont pas assez fortes pour produire, d'un seul coup, une blessure qui donne lieu à un *écoulement* de sang, et elles agissent à plusieurs reprises. Que l'on imagine un scarificateur à trois lames dentées et équidistantes, qui s'écarteraient l'une de l'autre en même temps qu'elles s'enfonceraient dans la peau. En faisant fonctionner l'instrument plusieurs fois de suite à la même place, on aura une idée assez exacte de l'armature pharyngienne et du mécanisme de la morsure de la sangsue. »

MÉDECINE. — *Etude comparative des bactéries de la lèpre et de la tuberculose* [1]. Note de M. V. **Babes**, présentée par M. Vulpian.

« Le grand mérite de M. Cohn et de M. Koch est d'avoir affirmé et en partie démontré que les bactéries qui engendrent certaines maladies forment des espèces naturelles différentes. Ainsi, dans son remarquable travail sur la bactérie de la tuberculose, M. Koch, insistant sur les analogies de forme et de réactions vis-à-vis de certaines substances colorantes, que présente ce bacille avec celui de la lèpre, indique cependant les différences suivantes entre ces deux bactéries : 1° le bacille de la tuberculose ne serait pas coloré par les procédés simples avec les couleurs d'aniline, tandis que celui de la lèpre le serait; 2° le bacille de la lèpre serait plus délié que celui de la tuberculose; l'épaisseur de ce dernier serait uniforme et il ne présenterait pas, comme celui de la lèpre, des extrémités effilées.

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine.

» Plus tard on constata que la bactérie de la lèpre se colorait par la méthode d'Ehrlich comme celle de la tuberculose.

» Sans revenir sur les nombreuses publications qui ont été faites sur ces organismes, je me contente de mentionner que Lichtheim a prétendu que le bacille tuberculeux se colorait par l'action du violet d'aniline, mêlé avec l'acide phénique. Spina soutient qu'il se colore par les couleurs simples d'aniline.

» Les travaux qui concernent ce sujet, publiés un peu hâtivement, n'ont pas servi à élucider tous les points de la question : c'est ce qui nous a engagé à contrôler les expériences et à les compléter.

» Pour la lèpre, nos études ont porté sur des tubercules cutanés, sur des parties mortifiées de phalanges, prises sur quatre sujets vivants et, dans quatre cas, sur des portions de viscères provenant de l'autopsie de lépreux.

» Pour la tuberculose, nous avons examiné les organes dans trente autopsies; nous avons étudié des crachats et l'urine de tuberculeux et, dans quelques cas, les lésions articulaires et ganglionnaires à la suite d'opérations chirurgicales. Les tissus, enlevés le plus tôt possible après la mort, ont été étudiés tout de suite ou durcis dans l'alcool ou le liquide de Müller, coupés au moyen du microtome de Thoma, et traités par les méthodes que nous allons indiquer. Je réserve, pour de prochaines publications, la morphologie et la topographie des bactéries dans les tissus et les organes et je me borne à préciser comparativement quelques-unes de leurs réactions vis-à-vis des agents colorants.

» Nous verrons que les propriétés différentielles entre ces bactéries, indiquées par M. Koch, n'existent pas : mais il y a d'autres différences caractéristiques entre ces deux bacilles, portant sur la réaction chimique ou moléculaire, sur la forme et surtout sur la disposition dans les tissus.

» 1° Sur les *préparations fraîches*, sur celles qui ont été traitées par une solution très faible de potasse ou enfin sur les coupes colorées à l'aide de la méthode d'Ehrlich, puis laissées peu de temps dans l'alcool et enfin conservées dans l'acétate de potasse, les bactéries des deux maladies présentent des dimensions un peu plus grandes, mais des formes moins précises que dans les préparations déshydratées; en revanche, cette méthode laisse reconnaître des détails de structure invisibles sur les préparations déshydratées.

» 2° Le bacille de la tuberculose ne se colore que par un nombre très

limité de *couleurs d'aniline, à l'aide des méthodes simples.* Ce sont surtout — j'énumérerai toujours par ordre de valeur — le violet 1 B, le violet gentiane, le violet de Poirier 170, 5 B et 300. Mais, même après une coloration énergique de la préparation, les bactéries ne sont pas toujours colorées. Parmi les méthodes simples, la meilleure semble être la suivante : Dans une solution aqueuse saturée, préparée à chaud, de violet 1 B, on laisse les coupes vingt-quatre heures, on décolore rapidement dans l'acide nitrique au quart et l'on monte dans le baume de Canada. Ainsi, pour les liquides surtout, on obtient des préparations démonstratives, dans lesquelles les bactéries de la tuberculose sont colorées en rouge violet et les autres éléments en bleu. Le bacille de la lèpre ne se colore pas seulement par les méthodes simples que nous venons d'indiquer, mais encore par d'autres qui ne colorent pas la bactérie tuberculeuse. Ces couleurs sont le rouge et le violet de fuchsine, la rosaniline, le bleu de méthylène, l'éosine. Pour démontrer la différence qui existe entre les bactéries de la tuberculose et celles de la lèpre, il suffit de traiter, pendant vingt-quatre heures, par une solution très concentrée de fuchsine basique et de décolorer ensuite par l'alcool ou par un acide et de monter dans le baume. D'après ce procédé le bacille de la tuberculose reste décoloré, tandis que la bactérie lépreuse fixe la couleur rouge.

» 3° *Méthodes compliquées* de Koch, d'Ehrlich, de Weigert, de Ziel, etc. Voici celles qui me sont personnelles. Je fais une solution d'huile d'aniline plus concentrée que celle d'Ehrlich ; je fais chauffer l'huile et l'eau avant de filtrer et j'ajoute $\frac{5}{100}$ d'alcool absolu et $\frac{5}{100}$ d'une solution très concentrée de méthyle violet 1B ou de fuchsine alcoolique. A ces matières colorantes je substitue parfois le violet 5B, le violet 170, le violet 300, 200 *n*, le bleu de méthylène, l'éosine de Poirier. Je laisse vingt-quatre heures dans le liquide colorant. On peut remplacer avantageusement l'huile d'aniline par la paratoluidine ou même par l'orthotoluidine ou l'acide carbolique, quoiqu'il soit moins sûr, l'acide nitrique par l'acide acétique cristallisé, par l'acide hydrochlorique ou par l'acide formique, etc. On peut, au lieu d'immerger la coupe dans un acide, la soumettre à une seconde coloration bien distincte de la première, plus résistante à l'alcool qui se fixe sur les tissus (bleu de méthylène, hématoxyline, quinoléine, carmin, picrocarmin, safranine, éosine, etc.), mais qui laisse les bactéries avec leur première teinte. De même, après l'action des acides, il est utile pour colorer les autres éléments de soumettre la coupe à

l'action de l'hématoxyline. Si l'on s'est adressé à une coloration bleue pour teindre les bactéries, il est avantageux de soumettre auparavant les préparations à l'action du picrocarminate ou de la safranine, qui résistent aux agents décolorants. Avec toutes ces méthodes les deux bactéries se colorent, celle de la lèpre plus vivement que celle de la tuberculose. Le bacille de la lèpre ainsi coloré se décolore sous l'action de la chaleur ou des acides beaucoup plus difficilement que celui de la tuberculose. Ces propriétés, bien que dignes de remarque, ne suffisent pas pour constituer en général une différence essentielle, parce qu'il existe pour les différents cas de tuberculose des inégalités considérables dans l'intensité des colorations et dans la facilité des décolorations. Toutefois il existe des méthodes compliquées, qui ne réussissent à colorer que le microbe de la lèpre, par exemple l'action pendant une demi-heure de la rosaniline, suivie de décoloration radicale par l'acide nitrique.

» 4° Les deux bactéries peuvent être colorées dans les tissus qui ont subi l'action des acides ou des alcalis, dans ceux qui sont putréfiés, desséchés même depuis des mois, dans ceux qui ont été soumis aux sucs de la digestion ou qui ont servi à pratiquer des inoculations. Le bacille lépreux préparé par la méthode modifiée d'Ehrlich reste coloré après une immersion d'une heure dans l'acide nitrique pur, et ce n'est qu'exceptionnellement que le bacille tuberculeux (dans les cultures et dans la tuberculose inoculée) résiste à l'action de cet acide pendant une demi-heure. En général les deux bacilles restent colorés longtemps après l'action des acides organiques, des alcalis, de la putréfaction et des autres agents indiqués plus haut ».

PHYSIOLOGIE. — *Influence des racines sensitives sur l'excitabilité des racines motrices.* Note de M. **Kanellis.**

« En étudiant au laboratoire de l'École pratique des Hautes Études les caractères de l'onde réfléchie produite par l'excitation d'un nerf moteur en rapport avec la moelle, j'ai aperçu un fait nouveau et qui offre quelque intérêt pour la question de l'excitabilité des nerfs moteurs.

» Voici en quoi consiste l'expérience :

» On ouvre sur une grenouille le canal médullaire et l'on coupe d'un côté toutes les racines en réservant seulement une paire, racine motrice et racine sensitive.

L'excitateur étant placé sur la racine motrice, on l'excite par la dé-

charge d'induction. On cherche le courant minimum qui donne un effet, c'est-à-dire une contraction à l'ouverture. En écartant davantage les bobines, l'excitatrice est sans effet.

» Cela posé, on coupe la racine sensitive, et l'on recommence l'épreuve. Aussitôt la décharge, tout à l'heure inefficace, parce qu'elle était trop faible, devient efficace et provoque une contraction énergique. Le courant minimum de tout à l'heure est pour le nerf moteur dans cette condition un courant fort.

» Les choses se passent donc comme si la section de la racine sensitive avait accru considérablement l'excitabilité du nerf moteur. Nous réservons toute explication relativement à ce phénomène en apparence paradoxal. »

MÉDECINE. — *Immunité des ouvriers en cuivre pendant la dernière épidémie de fièvre typhoïde. — Confirmation des observations antérieures.* Note de M. **V. Burq**, présentée par M. Bouley. (Extrait par l'auteur.)

« Sans parler des faits particuliers, aujourd'hui très nombreux, qui ont été recueillis en France, en Suède, en Russie, en Espagne, en Italie, etc., et jusqu'à Bagdad et au Japon, l'immunité des ouvriers en cuivre a été officiellement constatée pour le choléra après l'épidémie de 1865-66, d'abord à Paris, à la suite d'une enquête exécutée par la Préfecture de police, puis à Marseille, à Toulon, à la Seyne et à Aubagne, et une deuxième fois à Paris, après l'épidémie de 1873 (*voir* le Rapport de MM. Vernois et Devergie au Conseil d'hygiène et de M. Pauchon à la Société des médecins de Marseille).

» Mais ce n'est pas seulement contre le choléra que l'immunité est acquise aux ouvriers de l'industrie du cuivre. Il résulte d'une enquête très étendue, que nous avons faite sur l'épidémie de fièvre typhoïde qui a régné à Paris en 1876-77 et y a fait 2462 victimes, que les ouvriers en cuivre n'y ont compté que pour 2 décès, au lieu de 50 au moins qu'ils auraient dû avoir, et les instrumentistes de la garnison pour 3, dont 1 trompette qui venait de faire un congé de convalescence de trois mois ; que la Société modèle, dite du *Bon accord*, composée de 3 à 400 tourneurs, monteurs et ciseleurs en bronze, n'a jamais eu un seul décès, pas plus par la fièvre typhoïde que par le choléra, depuis l'année 1819, époque de sa fondation. La variole et la diphtérie ont fait tout aussi peu de victimes dans cette Société D'après les renseignements qui nous ont été transmis par le secré-

taire actuel de cette Société, M. Tournier, ciseleur, deux ouvriers ciseleurs seulement ont été atteints, l'un d'une angine couenneuse, et l'autre d'une variole. Ce dernier seul a succombé.

» L'enquête que nous venons de faire sur la dernière épidémie de fièvre typhoïde de Paris nous a donné des résultats absolument conformes aux premiers. Grâce à l'obligeance des administrations de la Statistique municipale et de l'Assistance publique, nous avons pu consulter tous les documents qu'elles possèdent et poursuivre une enquête à domicile, malgré les difficultés nouvelles nées de la suppression du nom du décédé sur l'acte de décès pour sauvegarder le secret médical. En voici le résumé :

» L'épidémie de 1882-83 a fait 2437 victimes (25 de moins qu'en 1876-77), dont 1137 dans la population *civile* mâle de 14 ans et au-dessus, que le dernier recensement porte à 892619 : soit donc 1,3 décès sur 1000.

» Il existe dans l'industrie parisienne un nombre d'ouvriers en cuivre de toutes les catégories qu'on ne saurait évaluer aujourd'hui, hommes et femmes, à moins de 40000. Si donc ces ouvriers ne sont pas plus épargnés que les autres, c'est $40 \times 1,3$ ou 52 décès qu'ils auraient dû avoir.

» Les documents statistiques qui nous ont été communiqués signalaient 5 polisseurs, 5 chaudronniers, 9 tourneurs, 1 mouleur, 6 monteurs, 1 estampeur, 2 ciseleurs, 3 lamineurs, 3 bijoutiers, 2 graveurs, et enfin 2 découpeurs : total, 39 décédés pouvant, à la rigueur, être suspectés de cuivrerie.

» Ce chiffre de 39, quoique inférieur de 13 à la moyenne, et quoique l'on n'y compte ni fondeurs, ni fabricants d'instruments de musique en cuivre, ni opticiens, ni cuivriers proprement dits, qui occupent le haut de l'échelle de préservation par la quantité et la finesse des poussières qu'ils produisent, semble pouvoir, à première vue, être invoqué contre les propriétés préventives attribuées au cuivre; mais il résulte de l'enquête que nous avons encore pu faire, grâce au fil conducteur mis en nos mains par la Statistique municipale, que, sur ces 39 polisseurs, chaudronniers, tourneurs, etc., 13 n'auraient jamais exercé ou n'exerçaient plus la profession portée sur l'acte de décès, 15 polissaient, tournaient, estampaient, etc., tout autre chose que le cuivre, 7 n'avaient que des rapports de contact ou de voisinage avec le cuivre et ne faisaient aucune poussière; 1 chaudronnait tantôt le fer, tantôt le cuivre, et qu'en définitive la mortalité réelle des ouvriers en cuivre n'a été que de 3, savoir :

» 2 ciseleurs (préservation de deuxième degré), dont 1 avait compromis les droits qu'il pouvait avoir à la préservation par des chômages réitérés

pour cause de maladie grave et par une hygiène déplorable, et 1 chaudronnier qui faisait surtout la baignoire, laquelle ne nécessite ni emboutissage ni martelage, et qui, de plus, travaillait dans un vaste atelier exceptionnellement aéré.

» Nous avons joint à la présente Communication un Tableau circonstancié de tous les détails de notre enquête. Le temps et les moyens d'exécution nous ont fait défaut pour compléter nos recherches par des expériences de laboratoire sur les microbes.

» *Conclusion.* — L'immunité générale des ouvriers en cuivre par rapport aux maladies infectieuses nous paraît établie sur des observations incontestables.

» Les preuves de cette immunité ont été données d'une manière officielle par l'enquête de la Préfecture de police, qui a démontré que les ouvriers en cuivre de toutes les catégories n'avaient eu à leur compte, dans l'épidémie de choléra de 1865-66, sur environ 10000 morts, que 16 décès, dont plusieurs seraient à retrancher par les circonstances dans lesquelles ils se sont produits (Rapport de M. Vernois au Conseil d'hygiène, Paris, 1869).

» La petite épidémie de 1873 (570 décès) *n'a fait que confirmer nos observations antérieures* (Rapport de M. Devergie au Conseil d'hygiène, Paris, 1876).

» Dans l'épidémie de choléra de 1865, qui fit de si grands ravages à Marseille, à Toulon et à la Seyne, les ouvriers en cuivre n'eurent ensemble, dans ces trois villes, que 3 décès. Dans la ville d'Aubagne, située sur le chemin qu'a suivi invariablement le choléra pour se porter de Marseille sur Toulon et réciproquement, mais qui a une ceinture de fours à poterie où des émaux de cuivre sont, nuit et jour, en fusion, tous ses habitants furent toujours épargnés et ceux des villes voisines infectées y vinrent chercher un refuge assuré contre l'épidémie.

» Dans les deux épidémies de fièvre typhoïde qui ont régné à Paris, en 1876-77 et en 1882-83, les ouvriers en cuivre n'ont compté que 4 victimes, tandis qu'ils auraient dû en compter au moins 100, si la mort avait sévi sur eux dans la même mesure que sur les autres.

» Enfin, il résulte des renseignements donnés par la Société du *Bon accord* que, dans l'espace de soixante-quatre années, on ne compte parmi les membres de cette Société qu'un seul cas de mort par maladie infectieuse (variole).

» Ne ressort-il pas de ces résultats statistiques que l'organisme des

ouvriers exposés à l'action du cuivre constitue pour les éléments vivants d'où procèdent les maladies infectieuses, notamment le choléra et la fièvre typhoïde, un milieu de culture peu favorable à leur développement? Et n'est-on pas autorisé à en conclure que l'*imprégnation cuprique progressive* pourrait être un moyen préservatif contre ces affections, et aussi que pour leur traitement l'administration des sels de cuivre pourrait constituer une ressource précieuse?...

» Un certain nombre de faits, recueillis déjà par plusieurs médecins, témoignent assez de l'efficacité de cette médication pour encourager à la soumettre à de nouvelles épreuves cliniques qui, bien dirigées, n'ont rien de redoutable pour les malades et peuvent leur être très profitables. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence de l'altitude sur les phénomènes de végétation.* Note de M. **A. Angot**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Les observations sur les phénomènes périodiques que présentent les animaux et les plantes, développement des végétaux, migrations des oiseaux de passage, éclosion des insectes, et que l'on désigne d'une manière générale sous le nom d'*observations phénologiques*, ont été organisées par le Bureau Central météorologique de France au commencement de l'année 1880. Le nombre des stations, faible d'abord, va en augmentant d'année en année, et l'on peut déjà déduire de ces premières observations quelques résultats intéressants, dont nous nous proposons d'exposer successivement les plus importants.

» Le premier problème à résoudre est de construire des Cartes qui indiquent la marche progressive d'un même phénomène d'un bout à l'autre de la France; mais, en cherchant à dresser de telles Cartes, nous avons été longtemps arrêté par une très grosse difficulté, provenant de l'influence de l'altitude. Dans les régions où le relief du sol varie beaucoup, on trouve des différences considérables entre les époques où se produit un phénomène donné, et l'on peut constater ainsi, dans un même département, des écarts de quarante à cinquante jours, c'est-à-dire aussi grands que ceux qui existent normalement entre les époques du même phénomène pour deux points situés à la même altitude, l'un dans le nord, l'autre dans le sud de la France. Le problème est ainsi tout à fait analogue à celui qui se pose quand il s'agit de construire une Carte qui indique la répartition générale de la pression

atmosphérique : on doit, de toute nécessité, corriger les observations de l'influence de l'altitude, les réduire au niveau de la mer. Nous avons fait de même pour les phénomènes de végétation.

» Pour opérer cette réduction, il faut déterminer d'abord, pour chaque phénomène, la loi de retard avec l'altitude. Nous avons choisi pour cela les départements où l'altitude varie entre les plus grandes limites, et nous avons commencé par grouper toutes les stations dont l'altitude est sensiblement la même, de manière à former des moyennes, d'où fût, autant que possible, éliminée l'influence des perturbations locales provenant de la nature ou de l'exposition du sol, etc.

» Prenons, comme exemple, l'époque de la moisson du blé d'hiver en 1880 et 1881; nous avons obtenu les données suivantes :

	Nombre de stations.	Altitude moyenne.	Époque moyenne.		Nombre de stations.	Altitude moyenne.	Époque moyenne
1880. Ain............	14	253^{m}	189 [1]	**1881.** Ain............	4	198^{m}	190
»	4	440	194	»	5	253	190
»	2	580	205	»	2	425	192
»	2	810	214	»	3	555	201
Allier...........	3	225	204	Lozère..........	4	750	200
»	2	385	210	»	1	1200	218
Pyrénées-Orienta^les.	1	340	176	Puy-de-Dôme.....	1	345	196
» .	1	513	187	»	2	504	206
» .	1	740	191	Vaucluse.........	2	70	172
» .	1	1110	206	»	2	210	176
Haute-Savoie.....	3	460	208	»	4	820	193
»	2	1100	233				

» En supposant que l'époque de la moisson retarde uniformément de quatre jours quand l'altitude augmente de 100^{m}, on obtient pour les époques réduites au niveau de la mer, dans les différents groupes qui précèdent, les valeurs suivantes, à côté desquelles nous avons placé les moyennes obtenues en tenant compte du nombre d'observations de chaque groupe :

---

(1) Ce nombre indique le numéro d'ordre du jour de l'année où le phénomène considéré s'est produit; ainsi 152 représente le 1er juin, 182 le 1er juillet, etc.

		Époques réduites au niveau de la mer.	Moyenne.
1880.	Ain....................	179, 177, 182, 182	179
	Allier....................	195, 195	195
	Pyrénées-Orientales........	162, 166, 161, 162	163
	Haute-Savoie............	190, 189	190
1881.	Ain....................	182, 180, 175, 179	180
	Lozère..................	170, 170	170
	Puy-de-Dôme...........	182, 186	185
	Vaucluse...............	169, 167, 160	164

» L'écart moyen de chacun de ces nombres à la moyenne correspondante est seulement $\pm 0^j,8$, il dépasserait au contraire $\pm 1^j,8$, si l'on admettait comme loi du retard trois jours pour 100^m d'altitude.

» Il résulte donc de ce qui précède que l'époque de la moisson du blé d'hiver retarde en moyenne, en France, de quatre jours quand l'altitude augmente de 100^m.

» Les époques de moisson, ainsi corrigées de l'altitude et portées sur une Carte, permettent de tracer des courbes dont la simplicité est très grande, comme on le voit sur les exemples que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie en même temps que cette Note. On peut dès lors construire ces Cartes, réduites au niveau de la mer, au moyen d'un nombre d'observations relativement restreint, et c'est par ce moyen seulement que nous avons réussi à tirer quelque parti des observations de végétation recueillies en France dans les années 1880 et 1881. Pour passer des Cartes réduites au niveau de la mer aux Cartes qui donnent les époques vraies, il suffit, du reste, de relever sur les premières les époques correspondant à un certain nombre de points et d'y ajouter la correction d'altitude.

» Nous n'avons considéré, dans ce qui précède, que la moisson du blé d'hiver, mais la méthode est évidemment générale et nous espérons pouvoir indiquer prochainement les principaux résultats auxquels elle nous a conduit. »

M. Lepelley adresse à l'Académie une Note relative aux précautions à prendre pour éviter les explosions des chaudières.

M. Cabanellas adresse quelques remarques relatives au Rapport présenté par M. Cornu sur les expériences de transport électrique à la gare du Nord.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 avril 1883.

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Compte rendu des travaux du service du Phylloxera; année 1882. *Procès-verbaux de la session annuelle de la Commission supérieure du Phylloxera. Rapports et pièces annexes, etc.* Paris, Impr. nationale, 1883; gr. in-8°.

La lutte contre le Phylloxera; par J.-A. Barral. Paris, Marpon et Flammarion, 1883; 1 vol. in-12.

Etudes sur les corps à l'état sphéroïdal; par M. P.-H. Boutigny (d'Évreux); 4e édition. Paris, Germer-Baillière, 1883; 1 vol. in-8°.

Jacquemier. *Conducteur autonome universel. — Notice sur quelques appareils exposés par M. R. Jacquemier. — Le Cinémomètre.* Paris, 1878-1881; 3 br. in-8°. (Adressé au Concours Plumey, 1883.)

La capsule interne et la couronne rayonnante d'après la cérébrotomie méthodique. — Essai de topographie cérébrale par la cérébrotomie méthodique; par M. le Dr Bitot. Paris, aux bureaux du *Progrès médical*, 1878-1881; 2 vol in-8°. (Adressé au Concours Lallemand, 1883.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni, t. XV, maggio 1882. Roma, 1882; in-4°.

Buddhism: its historical, theoretical and popular aspects. In three lectures; by Ernest-John Eitel. Second edition. Hong-Kong, Lane, Crawford and C°, 1873; in-8°.

A chinese dictionary in the cantonese dialect; by Ernest-John Eitel, London, Trubner and C°; Hong-Kong, Lane, Crawford and C°, 1877; in-8° relié.

Feng-Shui: or, the rudiments of natural Scienze in China; by Ernest-John Eitel. Hong-Kong, Lane, Crawford and C°, 1873; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 avril 1883.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'artillerie de la Marine; t. X, 3e livraison. — *Aide-mémoire d'artillerie navale;* 3e livraison, 1882. Paris, L. Baudoin, 1882; 2 livraisons, texte et planches. (Deux exemplaires.)

Répertoire alphabétique des principales localités mentionnées dans le Compendium *et le* Conspectus floræ atlanticæ, *avec deux Cartes botaniques de l'Algérie et des Notices sur ces Cartes; par* E. Cosson. Paris, G. Masson, 1882; 1 vol. in-8°, relié avec Cartes collées sur toile.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1882. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°. (Deux exemplaires.)

Les Microzymas dans leurs rapports avec l'hétérogénie, l'histogénie, la physiologie et la pathologie; par A. Béchamp. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

L.-P. Mouillard. *L'empire de l'air. Essai d'ornithologie appliquée à l'aviation.* Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Adressé au Concours Pénaud, 1883.)

Quel est l'inventeur de la nomenclature binaire? Remarques historiques; par le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

Des origines des Sciences naturelles, suivies de Remarques sur la nomenclature zoologique; par le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière, 1883; gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; t. IV, 2e semestre. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1883; in-8°.

Histoire naturelle des champignons comestibles et vénéneux; par G. Sicard. Paris, Ch. Delagrave, 1883; gr. in-8°. (Adressé au Concours Desmazières, 1883.)

Les Oiseaux de la France, par Louis Magaud, d'Aubusson. *Première monographie : Corvidés. Histoire naturelle générale et particulière des passereaux déodactyles cultrirostres observés en France.* Paris, A. Quantin, 1883; in-4° relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Recherches sur le jeu du solitaire, œuvre posthume du chevalier Paul Busschop. Bruges, imp. Daveluy, 1878; in-8°.

Essai d'une théorie générale supérieure de philosophie naturelle et de thermochimie; par E. Delaurier; 1er fascicule. Paris, imp. Lahure, 1883; in-8°.

Cuirassé le Richelieu, *commandé par M.* Marcq de Saint-Hilaire, *Capitaine de vaisseau. Rapport sur les appareils d'éclairage électrique,* 1879; in-4°. (Extrait du *Mémorial du Génie maritime.*)

Les forces physiques, oxygène transformé; par le Dr S. Vinci. Catane, 1883; br. in-8°.

Annuaire du lycée juridique de Jaroslaw; liv. 28 et 29. Jaroslaw, 1879-1882; 2 vol. in-8°. (En langue russe.)

Festschrift zur dritten saecularfeier der Alma Julia Maximiliana gewidmet von der medicinischen Facultät Wurzburg. Leipzig, M. Vogel, 1882; 2 vol. in-4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, vol. IV. Napoli, 1882; in-4°.

Cenni sulla storia della Geodesia in Italia dalle prime epoche fin'oltre la metà del secolo XIX. *Memoria del Prof.* P. RICCARDI; Parte II. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1883; in-4°.

Report of the Superintendent of the U. S. coast and geodetic Survey showing the work during the fiscal year ending with june 1880. Washington, government printing Office, 1882; in-4°. (Texte et cartes.)

S.-O. LINDBERG. *Monographia Metzgeriae. — Om de Europeiska Trichostomeæ. — Contributio ad floram cryptogamam. — De Gryphæis europæis, etc., etc.*; 7 opuscules in-4° et 18 opuscules in-8°. (Adressés au Concours Desmazières, 1883.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AVRIL 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Wolf* pour remplir, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *Liouville*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Wolf** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la réduction du baromètre et du pendule au niveau de la mer;* par **M. Faye.**

« Pour réduire les observations du pendule au niveau de la mer, il ne suffit pas de tenir compte de la variation de la pesanteur dans le sens vertical; Poisson et Young ont montré qu'il fallait encore faire intervenir

(1) *Sur les variations séculaires de la figure mathématique de la Terre* (*Comptes rendus*, 1880, t. XC, p. 1185); *Sur la réduction du pendule au niveau de la mer* (même

l'attraction du massif continental sur lequel on opère. Si de plus l'observateur est posté sur une colline ou sur une montagne dominant ce massif, il semble naturel de tenir compte aussi de l'attraction due à cette saillie. Feu M. Bruhns, directeur de l'observatoire de Leipzig, ayant à réduire des observations faites au sommet de l'Inselsberg, montagne s'élevant à 580^m au-dessus du plateau continental, ne manqua pas d'appliquer la formule de Poisson pour l'attraction du plateau considéré comme indéfini; puis il calcula l'attraction de la montagne en la considérant comme un paraboloïde de révolution dont les dimensions lui étaient fournies par un nivellement local. M. Rühlmann, de Leipzig, dans un Mémoire important sur la réduction du baromètre au niveau de la mer, a prescrit cette double correction pour le cas où les observations barométriques seraient faites sur une colline ou une montagne quelconques.

» J'ai montré, il y a trois ans, que la première doit être négligée et qu'il ne faut tenir compte que de la deuxième, en calculant l'attraction de la montagne pour la partie de la masse qui s'élève au-dessus du plateau continental. Dans un Mémoire (1) un peu plus récent, M. Ferrel déclare qu'il faut les rejeter toutes les deux, aussi bien pour le pendule que pour le baromètre. Telle est la divergence de vues qui existe à ce sujet et sur laquelle je désire appeler l'attention de l'Académie.

» On sait, depuis les mémorables expéditions que l'Académie a ordonnées au dernier siècle pour l'étude de la figure de la Terre, que les observations du pendule et les opérations géodésiques assignent, à l'attraction des grands massifs montagneux, une influence bien inférieure à celle qu'on s'attendait à trouver. Plus tard, les opérations des Anglais, dans les Indes, ont conduit aux mêmes résultats : les Himalayas, placés à l'une des extrémités de leur vaste triangulation, n'ont fait sentir leur action, au degré présumé, ni sur les opérations géodésiques, ni sur les observations du pendule.

« On a constaté, dit le colonel Clarke, à Kaliana et à toutes les stations situées plus au nord, *a large defect of gravity*, atteignant à More 22 oscillations. Il est très remarquable que ce soit précisément le montant de la correction qui avait été appliquée pour tenir

---

vol., p. 1443). *Géologie comparée de la Terre et de la Lune* (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1881). *Voir* enfin la partie géodésique de mon *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique*.

(1) *Meteorological researches*, by W. Ferrel (*Coast and geodesic Survey*). Washington, 1882.

compte de l'attraction des montagnes, en sorte que l'attraction verticale apparente de trois milles d'épaisseur de la croûte terrestre, entre Moré et le niveau de la mer, se trouve être zéro. Et, en fait, à presque toutes les autres stations du haut pays, les discordances sont diminuées ou annulées, si l'on omet toute correction ayant pour but de tenir compte de l'attraction du plateau continental, interposé entre ces stations et le niveau de la mer. »

» La contre-partie de ces faits singuliers a été mise en évidence par les calculs de Saigey : presque toutes les stations insulaires donnent, par le pendule, un petit excès de gravité.

» Il est naturel d'en conclure, comme je l'ai fait avant M. Ferrel, qu'il n'y a pas lieu de tenir compte de l'attraction d'un massif continental dans les réductions du pendule ou du baromètre.

» Mais le savant météorologiste américain n'a pas fait attention à cet autre genre de faits non moins certains, c'est que l'attraction d'une montagne isolée qui s'élève au-dessus d'un continent est parfaitement sensible et n'est annulée ou diminuée par aucune cause compensatrice cachée. C'est ainsi qu'en Ecosse la mesure de l'attraction du mont Shehallien, ou celle de l'Arthur Seat d'Edimbourg ont parfaitement donné la densité moyenne du globe terrestre. Il en sera de même des collines qui subsistent après la dénudation d'un massif continental, du cône d'éruption d'un volcan, des îles édifiées sur le fond de la mer par les coraux, etc.

» Si donc les premiers faits autorisent la suppression de la correction de Poisson relative à l'attraction d'un massif continental, les seconds montrent que l'attraction d'une colline ou d'une montagne au sommet de laquelle on observe le pendule ou le baromètre ne doit pas être négligée. Les idées que j'ai exposées dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1881 sur la formation progressive de l'écorce terrestre donnent l'explication la plus complète de ces faits singuliers et conduisent aux mêmes prescriptions. Cette théorie montre de plus que, pour une station en plein Océan, telle qu'un îlot volcanique ou un îlot construit par les coraux, il n'y a pas lieu de tenir compte du défaut de densité de la mer comparée aux massifs continentaux, mais bien de l'attraction de l'îlot lui-même. Deux opérations hydrographiques bien conduites en donneront généralement à peu de frais la forme et les dimensions avec une exactitude suffisante. Inutile d'ajouter que, pour le calcul de son attraction, il faudra diminuer d'une unité la densité de l'îlot rapportée à celle de l'eau.

» Dans les cas simples que je viens de citer, le calcul de cette correction ne présentera pas de difficulté particulière. Il en sera autrement dans les régions très accidentées des Alpes ou des Himalayas. Il est alors difficile de

déterminer nettement, à l'aide des nivellements, la surface limite du continent à partir de laquelle doivent être comptées les saillies dont l'attraction entre dans nos calculs. Je suppose qu'on doit entendre, par *massif continental*, la protubérance qui résulterait de la répartition uniforme des matériaux de toutes les cimes sur la région qu'elles occupent, de manière à satisfaire, au plus près, au nivellement général du continent. Heureusement, les corrections en question devront être assez petites : même pour le pendule, l'erreur commise sur le niveau adopté pour la surface du continent ne constituera que des effets du second ordre. On aura d'ailleurs pour critérium dernier l'accord ou le désaccord des mesures exécutées en un nombre de points très diversement placés. C'est ainsi que les importantes observations du pendule, exécutées aux Indes par les officiers anglais, devront être réduites.

» C'est en me fondant sur des considérations de ce genre que j'ai cru devoir engager l'Association géodésique internationale, qui s'efforce avec tant de raison de multiplier les observations du pendule sur les points principaux du vaste réseau des triangles européens, à intervenir auprès des puissances maritimes, afin d'obtenir que ces observations soient reprises en mer avec des appareils et des méthodes tout à fait irréprochables. Mais il faudrait que les éléments du calcul de la correction susdite fussent partout recueillis avec le même soin que sur les continents, et qu'en chaque station il fût possible de calculer, avec la précision nécessaire, les effets des attractions locales dont nous venons de parler. Une pareille entreprise donnerait, pour la Physique du globe et surtout pour la Géologie, des résultats du plus haut intérêt. On voit, par là, combien il importe de ne pas laisser se propager des vues incomplètes ou mêmes erronées sur le système de réduction qu'il convient d'appliquer à ces observations. »

PHYSIQUE. — *Sur la pyro-électricité du quartz*; par MM. **C. Friedel** et **J. Curie**. (Première Note.)

« L'un de nous a fait connaître un procédé au moyen duquel on peut mettre en évidence d'une manière nette et facile la pyro-électricité qui appartient aux cristaux hémièdres à faces inclinées en éliminant les causes d'erreur qui pourraient provenir de la forme extérieure des cristaux. Ce procédé consiste à employer, au lieu de cristaux dans leur état naturel, avec leurs angles et leurs arêtes, des plaques à faces parallèles taillées dans ces cristaux perpendiculairement à la direction des axes d'hémiédrie

qui sont toujours en même temps les axes de pyro-électricité, c'est-à-dire des directions telles que, par un échauffement ou par un refroidissement du cristal, leurs deux extrémités se chargent d'électricités contraires. Lorsqu'on opère sur des plaques à faces perpendiculaires à un axe de pyro-électricité, l'une des faces devient positive et l'autre négative par une variation de température.

» On constate facilement cette propriété en déposant sur la plaque maintenue à la température ordinaire une demi-sphère métallique chauffée et mise en communication par un fil métallique avec l'aiguille d'un électromètre de Thomson (¹). On voit immédiatement se produire une déviation, en général très forte, de l'aiguille de l'électromètre. Si, après avoir laissé refroidir la plaque cristallisée, on la retourne pour opérer de même sur la deuxième face, on obtient une déviation en sens contraire et sensiblement égale, à condition que la température de la plaque et celle de la demi-sphère soient les mêmes que dans la première expérience (²). Avec les cristaux homoèdres ou avec les substances non cristallisées, on observe bien de légères déviations de l'aiguille, mais elles sont beaucoup plus faibles, et de même sens sur les deux faces de la plaque.

» Des expériences comparatives faites sur des plaques de tourmaline perpendiculaires à l'axe, par le nouveau procédé et par les méthodes ordinaires, ont montré que les indications des deux sont tout à fait d'accord.

» Pour éviter les effets électriques dus au frottement et en même temps pour rendre les observations plus comparables entre elles, la pression de la demi-sphère sur la plaque n'étant due alors qu'à son poids, on suspendait la demi-sphère chauffée par un fil métallique à un support isolant; la plaque taillée était disposée au-dessous sur un support à crémaillère et mise en communication avec la terre par la face opposée à celle sur laquelle on se proposait d'opérer. On amenait la plaque au contact de la demi-sphère par un mouvement vertical lent de la crémaillère.

» Le quartz, étudié de la même manière, a montré très nettement la pyro-électricité dans trois directions parallèles aux axes qui joignent les milieux de deux arêtes opposées du prisme hexagonal. Les lames perpendiculaires à l'axe principal ne donnent, au contraire, aucune indication régu-

---

(¹) On a d'abord employé le modèle modifié par M. Branly, puis plus tard celui de M. Mascart, qui est d'un usage plus commode et donne des indications plus régulières.

(²) En opérant de même avec la plaque cristalline chauffée et avec la demi-sphère froide, on obtient des déviations opposées aux précédentes.

lière : ce ne sont pas des axes de pyro-électricité. Ces faits sont en harmonie complète avec la forme cristalline du quartz. Les deux extrémités de l'axe principal sont pareilles entre elles. Il n'en est pas de même des axes latéraux. Ceux-ci vont chacun du milieu d'une des arêtes au sommet de la base du trigonoèdre, ou, si l'on aime mieux considérer le prisme hexagonal modifié par les facettes rhombes, elles joignent le milieu d'une arête portant les faces rhombes avec le milieu d'une arête qui n'est pas modifiée. Ils sont donc des axes d'hémimorphisme et en même temps des axes de pyro-électricité.

» Les faces correspondant aux extrémités des axes latéraux portant les faces rhombes donnent toujours, avec la demi-sphère chaude, des déviations indiquant une tension positive; les faces opposées donnent des déviations en sens contraire indiquant des tensions négatives ([1]).

» M. Hankel avait déjà, en 1866, dans un Mémoire étendu, étudié ce qu'il appelle la *thermo-électricité* du quartz, et ce qu'il vaudrait mieux appeler la *pyro-électricité*, car nous pensons que ce terme doit être conservé et appliqué, comme il l'a toujours été, à l'électricité polaire développée par une variation de température dans une masse cristalline homogène, en distinguant celle-ci des phénomènes électriques qui peuvent se produire au contact de deux corps hétérogènes.

» Cette confusion se poursuit dans de nombreux Mémoires de M. Hankel, dans lesquels, à côté du quartz, de la topaze et d'autres substances hémimorphes et pyro-électriques, il étudie la distribution de l'électricité à la surface de beaucoup de cristaux holoèdres chauffés après avoir été partiellement enveloppés de limaille métallique et refroidis dans les mêmes conditions. Il n'est pas étonnant que, dans ces conditions, il se manifeste des phénomènes électriques, mais ceux-ci n'ont rien à faire avec la structure cristalline et présentent, par conséquent, beaucoup moins d'intérêt que les phénomènes pyro-électriques, d'autant que, de toutes les observations de détail si minutieusement faites, il ne semble ressortir aucune loi générale.

» M. Hankel avait admis, dans le quartz, l'existence de trois axes de thermo-électricité (pyro-électricité) coïncidant avec les axes secondaires horizontaux du prisme hexagonal; mais, en même temps, entraîné, semble-t-il, par l'idée préconçue d'une liaison de l'hémiédrie plagièdre et de

---

([1]) C. Friedel, *Sur la pyro-électricité dans la topaze, la blende et le quartz* (*Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. II, p. 31; 1879).

l'existence de formes droites et de formes gauches non superposables avec les phénomènes électriques pouvant être observés à la surface du quartz, il en est arrivé à conclure, ce sont ses propres expressions :

« Qu'en général, le quartz possède trois axes électriques, de telle façon que les faces du prisme sont alternativement positives et négatives; les polarités sont opposées par échauffement et par refroidissement. Les pôles ne sont pas au milieu des faces, mais repoussés vers les arêtes latérales; de plus la force des pôles est très différente, et il y a des cas où un ou deux pôles sont détruits par les autres et ne se révèlent que par un affaiblissement de l'électricité de nom contraire des faces voisines. »

» Et plus loin :

« Dans un cristal également bien développé aux deux extrémités et simple, il se produit par le refroidissement six zones électriques alternativement positives et négatives; les zones négatives vont des faces du rhomboèdre primitif, du haut obliquement vers le bas, à une face voisine du même rhomboèdre. Les zones positives s'étendent de même obliquement entre les faces du rhomboèdre inverse. Nous pouvons donc, en nous servant des expressions ordinaires, reconnaître dans le cristal de roche six pôles électriques alternativement positifs et négatifs, ou trois axes électriques qui coïncident avec les axes latéraux de la pyramide hexagonale. »

« La direction des zones inclinées de haut en bas est opposée dans les cristaux droits et dans les cristaux gauches. Elle est toujours parallèle aux stries des faces *rhombes*, ou à l'intersection de celles-ci avec les faces du rhomboèdre primitif. Il résulte de là que les zones positives qui partent d'une face du rhomboèdre inverse, pour rejoindre l'autre face, passent toujours sur les arêtes qui portent à leurs extrémités les faces rhombes et que les pôles positifs ou extrémités positives des axes électriques coïncident avec les milieux de ces arêtes verticales du prisme, tandis que les pôles négatifs ou extrémités négatives appartiennent aux arêtes placées entre celles-ci. »

» Il résulterait évidemment de là que les divers points d'une même arête du prisme ne présenteraient pas des tensions électriques égales, après une égale variation de température, et que les axes électriques dont parle M. Hankel, qui coïncident avec les axes du trigonoèdre, seraient des axes au sens géométrique, c'est-à-dire des droites définies non seulement par leur direction, mais encore par leur position, au lieu d'être des axes cristallographiques, c'est-à-dire des directions pareilles entre elles par leurs propriétés et qui passent par un point quelconque du cristal, comme les axes optiques.

» Or, la structure d'un cristal simple étant la même dans toutes ses parties, un phénomène qui est lié à la structure, comme la pyro-électricité, doit se produire de la même manière en tout point du cristal, pourvu que l'on opère dans la direction voulue. Cela est vrai surtout si l'on élimine,

en employant des plaques taillées d'assez grandes dimensions, les perturbations pouvant provenir de la forme extérieure du cristal et de l'existence d'arêtes ou d'angles. Nous ajouterons tout de suite que, dans le cas dont il s'agit, cette dernière précaution n'est pas indispensable et que les cristaux naturels nous ont donné des résultats entièrement d'accord avec ceux trouvés sur des plaques taillées.

» Nos expériences ne présentaient rien de pareil à ce qu'indiquait M. Hankel; nous trouvions des tensions électriques sensiblement égales tout le long d'une même arête des prismes de quartz. Nous étions encore en désaccord avec ce savant sur un point important : tandis qu'il observait des tensions positives par le refroidissement sur les arêtes portant les faces rhombes, nous avons toujours trouvé sur les mêmes arêtes des tensions positives par échauffement.

» Dans notre première publication, nous n'avions pas insisté sur ces différences, ayant répété nos expériences un assez grand nombre de fois et sous des formes assez diverses pour être sûr de nos résultats.

» D'ailleurs MM. Jacques et Pierre Curie ([1]), ayant découvert ce fait important que les cristaux hémièdres à faces inclinées sont susceptibles de prendre par pression des pôles électriques de noms contraires aux extrémités de certains axes, ont montré que le quartz est du nombre et que ses axes d'électricité par pression coïncident avec les axes horizontaux du trigonoèdre.

» Ils ont également trouvé que l'électricité développée par la pression correspond à celle qui se produit par le refroidissement et que celle qui résulte d'une diminution de pression correspond à celle qui se produit par l'échauffement.

» Ils ont établi cela comme une loi générale et ils l'avaient observé en particulier sur le quartz, en comparant les observations faites par pression avec celles pour lesquelles on avait employé le procédé indiqué plus haut.

» Dans un Mémoire très étendu publié en 1881 ([2]), M. Hankel est revenu sur la question et a maintenu ses conclusions antérieures relativement à la distribution de l'électricité à la surface du quartz. Il interprète les divergences entre ses expériences et celles rappelées plus haut, en admettant que, dans ces dernières, dans lesquelles on a obtenu des tensions élec-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 294 et 383; 1880.

([2]) *Elektrische Untersuchungen*, XV[te] Abhandl. (extrait du t. XII des *Abhandlungen der mathem.-physischen Classe der Königl.-Saechsisch. Gesellschaft*, Leipzig, 1881).

triques de noms contraires à celles observées par lui, les phénomènes ne sont pas produits par la thermo-électricité (pyro-électricité), c'est-à-dire par l'échauffement ou le refroidissement du cristal, mais par une action particulière qu'exerceraient les radiations lumineuses sur les cristaux hémièdres, et qu'il nomme pour cette raison *actino-électricité*.

» La conception de l'actino-électricité se rattache à la manière dont M. Hankel interprète la production des phénomènes électriques. Il suppose que ceux-ci sont dus à des vibrations circulaires de l'éther avec participation au mouvement des molécules matérielles, suivant les circonstances. Les deux modifications de l'électricité, la positive et la négative, ne différeraient que par le sens de la rotation; un seul et même tourbillon (*Wirbel*) présenterait donc d'un côté la modification positive et de l'autre la modification négative.

» Il admet ensuite que, dans le cristal de roche, les molécules éthérées tournent autour des axes latéraux (horizontaux) plus facilement dans un sens que dans l'autre, et il en conclut que toute vibration produite dans l'intérieur du cristal doit provoquer le développement de pôles électriques opposés, aux deux extrémités de chacun des axes horizontaux du cristal.

» C'est en effet ce que M. Hankel vérifie d'abord au moyen de la lumière solaire, puis avec un simple bec de gaz. Bientôt il reconnaît que ce ne sont pas les radiations lumineuses, mais bien les radiations calorifiques, qui produisent le phénomène. Il n'en conclut pas moins, sans donner d'ailleurs d'autres preuves de son opinion, qu'il y a là un phénomène distinct de la pyro-électricité et de sens contraire à celle-ci, d'après ses expériences sur le refroidissement du quartz.

» Il fait même la supposition assez singulière que, dans nos anciennes expériences, l'application d'un hémisphère métallique chaud sur la plaque ou sur le cristal de quartz avait dû donner lieu à un phénomène actino-électrique et que nous avons confondu l'actino-électricité avec la pyro-électricité qui est, selon lui, de signe contraire. Cette opposition de sens serait en même temps en contradiction avec la loi établie par MM. J. et P. Curie.

» Il importait de chercher la cause de ces divergences. Nous ne devions pas nous attendre à la trouver dans les faits observés par un expérimentateur aussi consciencieux et aussi exercé que M. Hankel : c'est dans l'interprétation de celles-ci que se trouve le désaccord.

» Nous ne voulons pas remonter jusqu'à la théorie de M. Hankel sur l'électricité, ni montrer que la conséquence nécessaire de son hypothèse serait l'existence, dans la tourmaline, par exemple, suivant l'axe prin-

cipal, d'un pouvoir rotatoire ayant de l'analogie avec le pouvoir rotatoire magnétique; dans la blende, il devrait de même exister un pouvoir rotatoire parallèle aux grandes diagonales du cube primitif ([1]). Jamais rien de pareil n'a été observé. Mais nous voulons nous borner aux phénomènes électriques présentés par le quartz.

» Nous ferons d'abord remarquer, en ce qui concerne la distribution dissymétrique de l'électricité à la surface des cristaux de quartz droits ou gauches, qu'elle est en contradiction avec la notion même des axes cristallographiques. Suivant la manière de voir de M. Hankel, l'axe horizontal passant par un des points de la face rhombe ne serait plus un axe de pyro-électricité, tandis que ses parallèles, situées plus près du centre du cristal, seraient de tels axes. Ceci serait en opposition avec ce que nous savons de la structure intérieure des cristaux, qui est homogène dans tous les points du cristal simple. Il importe de remarquer qu'il s'agit ici d'un phénomène qui est intimement lié à cette structure même.

» D'ailleurs, en examinant les figures par lesquelles M. Hankel représente le détail de ses expériences, on voit que, si la distribution tournante de l'électricité dont il parle peut être aperçue au milieu de bien des irrégularités sur un très petit nombre de figures, il en est un beaucoup plus grand nombre sur lesquelles elle disparaît complètement. Cela est vrai surtout des cristaux allongés, et M. Hankel fait remarquer que la distribution régulière, suivant lui, de l'électricité est surtout visible sur les cristaux qui ne sont pas trop longs. Celle qu'il a aperçue nous semble donc être purement accidentelle et due peut-être à la forme extérieure des pyramides qui terminent les cristaux et aux irrégularités de température qui peuvent en résulter pendant l'échauffement ou le refroidissement.

» En répétant avec soin les expériences de M. Hankel, nous n'avons pas rencontré cette distribution des tensions électriques. Nous nous sommes assurés d'ailleurs que les faces rhombes elles-mêmes, au lieu d'être des sortes de points neutres, comme le dit M. Hankel, qui dans les cristaux réguliers fait passer sur ces faces la ligne de séparation des zones positives

---

([1]) A moins d'admettre que ce qui est vrai, selon lui, pour les axes d'hémimorphisme du quartz ne le soit pas pour celui de la tourmaline et pour ceux de la blende, les molécules d'éther doivent se mouvoir avec plus de facilité dans un sens que dans l'autre autour de ces axes, et la conséquence nécessaire, nous semble-t-il, est une déviation du plan de polarisation d'un rayon polarisé.

et négatives, sont très fortement pyro-électriques et donnent, par l'application de la demi-sphère chaude, de fortes tensions positives.

» Il en est ainsi sur les cristaux réguliers qui ne portent que trois faces rhombes sur les arêtes alternatives à une même extrémité du cristal, et sur les cristaux irréguliers et maclés qui en portent un plus grand nombre. Nous avons opéré, entre autres, sur un cristal qui présentait à une même extrémité des faces rhombes sur les six arêtes du prisme, et nous avons obtenu sur toutes les six des tensions positives très marquées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base quaternaire dérivée de l'oxyquinoléine*; par M. **Ad. Wurtz.**

« J'ai décrit, il y a quelque temps, le chlorhydrate, le chloroplatinate et le chloroaurate d'une base quaternaire, résultant de la fixation directe du chlorhydrate éthylénique sur la quinoléine. J'ai étendu ces recherches à l'oxyquinoléine, dans le but de préparer une base plus oxygénée et renfermant un atome d'oxygène sous forme d'oxhydryle phénolique.

» J'ai constaté, en effet, que l'oxyquinoléine peut s'unir au chlorhydrate éthylénique pour former un chlorure d'oxéthyloxyquinoléine :

$$\underbrace{C^9H^6(OH)\overset{'''}{Az}}_{\text{Oxyquinoléine.}} + C^2H^4\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown OH\end{matrix} = C^9H^6(OH)\overset{v}{Az}\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown C^2H^4.OH\end{matrix}$$

» Pour obtenir ce corps on a opéré comme il suit :

» On a préparé l'orthooxyquinoléine par le procédé de M. Skraup, en chauffant un mélange de nitrophénol, d'amidophénol, de glycérine et d'acide sulfurique. La base ainsi obtenue était cristallisée en aiguilles incolores, légères, fusibles à 75°.

» On l'a chauffée pendant dix jours au bain-marie, en vase clos, avec un excès (trois fois son poids) de chlorhydrine éthylénique. Le mélange s'est coloré et est devenu moins fluide sans se solidifier. Par distillation dans le vide on a chassé l'excès de chlorhydrine; on a dissous le résidu fortement coloré dans l'alcool absolu et on a ajouté de l'éther de façon à superposer les deux couches. Une abondante cristallisation d'un chlorhydrate s'est déposée du jour au lendemain. Le sel brut, coloré en jaune foncé, a été dissous dans l'eau et précipité par le chlorure de platine. L'analyse a montré que le chloroplatinate ainsi obtenu était un mélange du chloroplatinate de la nouvelle base avec du chloroplatinate d'oxyquinoléine. Pour

séparer cette dernière base, on a décomposé le chloroplatinate brut par l'hydrogène sulfuré, on a séparé le sulfure de platine, on a évaporé la solution jaune au bain-marie et l'on a décomposé le chlorhydrate obtenu, après l'avoir redissous dans l'eau, par une quantité d'oxyde d'argent humide, suffisante pour précipiter tout le chlore.

» La liqueur, chauffée doucement, s'est colorée en rouge orangé et a présenté une réaction fortement alcaline. Après le refroidissement, on l'a agitée avec de l'éther pour lui enlever l'oxyquinoléine qu'elle pouvait tenir en dissolution. La presque totalité de cette base, très peu soluble dans l'eau, était d'ailleurs mélangée avec le chlorure d'argent ([1]). La liqueur rouge et alcaline tenait en dissolution la nouvelle base quaternaire. Elle s'est presque décolorée par la saturation avec l'acide chlorhydrique et a fourni, après concentration et addition de chlorure de platine, un chloroplatinate jaune, cristallin, très peu soluble dans l'eau et qui a donné à l'analyse les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie.
Carbone.........	32,66	33,04	33,41
Hydrogène......	3,24	»	3,03
Azote...........	3,55	»	3,54
Platine..........	24,63	25,17	24,95

» Ces nombres conduisent à la formule $(C^{11}H^{12}AzO^{2}Cl)^{2}PtCl^{4}$, qui représente le chloroplatinate d'oxéthyloxyquinoléine.

» Décomposé par l'hydrogène sulfuré, ce chloroplatinate a fourni une solution jaune qui a été évaporée et traitée par l'alcool et l'éther, comme il a été dit plus haut. Le chlorhydrate se sépare en cristaux jaunes offrant une teinte brunâtre. On les a purifiés par une cristallisation dans l'alcool bouillant. Par le refroidissement, le chlorure quaternaire se sépare de ce véhicule en petits cristaux jaunes bien définis, anhydres, et qui ont fourni à l'analyse les résultats suivants, après dessiccation dans le vide :

	Expérience.	Théorie.
Carbone........	58,03	58,53
Hydrogène......	5,69	5,32

([1]) Il résulte des expériences décrites dans cette Note qu'une partie de l'oxyquinoléine réagit sur la chlorhydrine éthylénique en mettant de l'oxyde d'éthylène en liberté, comme ferait la potasse. Cet oxyde d'éthylène se fixe sur l'excès de chlorhydrine. Dans une expérience où l'on avait chauffé le mélange d'oxyquinoléine et de chlorhydrine avec de l'eau, l'oxyde d'éthylène mis en liberté a formé avec cette dernière du glycol, dont une petite quantité a pu être isolée. La formation du chlorhydrate d'oxyquinoléine par déplacement de l'oxyde d'éthylène diminue considérablement le rendement en chlorure quaternaire.

» Ces résultats conduisent à la formule

$$C^{11}H^{12}AzClO^2 = C^9H^6(OH)Az \langle {Cl \atop C^2H^4.OH}$$

» Traitée par une quantité équivalente d'oxyde d'argent, la solution jaune de ce chlorhydrate donne du chlorure d'argent et une solution rouge fortement alcaline qui régénère avec l'acide chlorhydrique le chlorhydrate jaune.

» Ce dernier donne avec le chlorure d'or un précipité cristallin d'un beau jaune, mais qui ne tarde pas à se décomposer spontanément en brunissant. Il forme avec le chlorure mercurique un chlorure double cristallisable en lamelles jaunâtres. »

PHYSIOLOGIE. — *Anesthésie prolongée obtenue par le protoxyde d'azote à la pression normale;* par M. **Paul Bert.**

« J'ai exposé, il y a quelques années, à l'Académie, la difficulté en apparence insoluble que rencontre l'application du protoxyde d'azote aux opérations de longue durée. Elle se résume dans les termes suivants :

» Si l'on fait respirer le protoxyde d'azote pur, l'anesthésie survient en une minute environ; mais les menaces d'asphyxie la suivent de si près qu'il faut presque aussitôt s'arrêter.

» Si l'on mélange au protoxyde d'azote une quantité d'air ou même d'oxygène suffisante pour entretenir la respiration, il n'y a pas d'anesthésie, et l'on voit apparaître les troubles nerveux qui, au commencement de ce siècle, ont rendu célèbre le gaz hilariant.

» Ainsi, l'anesthésie ne peut être obtenue qu'au prix d'une asphyxie menaçante. L'emploi du protoxyde d'azote semblait donc fatalement limité aux opérations courtes, ablations de dents, ouvertures d'abcès, etc.

» J'ai montré comment on peut tourner cette difficulté en employant un mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène, et en le faisant respirer au patient sous une pression barométrique légèrement augmentée. On fait ainsi pénétrer dans le sang à la fois la quantité d'oxygène nécessaire pour entretenir la respiration, et celle de protoxyde d'azote suffisante pour obtenir l'anesthésie.

» Des opérations de longue durée, amputations, ablations de tumeurs, résections osseuses, ont pu être exécutées par cette méthode, particulière-

ment dans les services de MM. Péan et Labbé. En Allemagne, on a même ainsi pratiqué des accouchements.

» Je n'hésite pas à dire que cette méthode d'anesthésie s'approche autant qu'il est possible de la perfection. L'insensibilité soudaine, l'absence d'excitation, la profondeur du sommeil, le retour presque instantané à la sensibilité et au bien-être après l'opération, enfin l'innocuité certaine d'un gaz à élimination si rapide, mettent le protoxyde d'azote sous pression bien au-dessus de l'éther, du chloroforme et des autres anesthésiques.

» Malheureusement, la nécessité d'employer un appareil instrumental compliqué et coûteux, chambres de tôle supportant la pression, pompes, machines à vapeur, fait que les grands hôpitaux seuls pourront utiliser cette précieuse méthode. A Paris, une fort belle installation a été faite à l'hôpital Saint-Louis; je n'en connais d'autres qu'à Lyon, à Genève, à Bruxelles et dans quelques villes d'Allemagne.

» En présence de ces difficultés d'ordre matériel, j'ai cherché s'il ne serait pas possible de résoudre d'une autre manière le problème et d'employer, pour les opérations de longue durée, le protoxyde d'azote à la pression ordinaire. J'y suis enfin parvenu, au moins chez les animaux, et c'est le résultat de ces recherches encourageantes que je viens présenter à l'Académie.

» On avait, depuis longtemps, en Amérique, pratiqué quelques grandes opérations à l'aide du protoxyde d'azote. On anesthésiait le malade par la méthode ordinaire, et l'on commençait l'opération; quand l'asphyxie devenait imminente, on ôtait le masque, et l'on continuait à opérer pendant les quelques secondes d'anesthésie consécutives à la respiration d'air pur. La sensibilité revenue, on s'arrêtait, pour redonner à nouveau le protoxyde d'azote, puis recommencer lorsque survenait la seconde anesthésie, et ainsi de suite.

» Je n'ai jamais vu appliquer sur l'homme cette méthode intermittente. Mais je dois dire que sur les chiens elle donne le plus déplorable spectacle : les contorsions et les cris alternent avec les menaces d'asphyxie, et la moindre distraction peut rendre celle-ci rapidement mortelle. Je ne conseillerai jamais de renouveler sur l'homme ces tentatives.

» En analysant de près le phénomène, on voit que les choses se passent comme il suit :

» Au moment où l'anesthésie est complète et où l'asphyxie menace, le sang du patient est saturé de protoxyde d'azote, et ses poumons sont pleins de ce gaz.

» C'est alors qu'on lui fait respirer l'air pur. Or on sait, par les recherches de M. Gréhant, que ce n'est guère qu'après une dizaine d'inspirations que les poumons seront remplis d'air et que, par conséquent, le sang pourra reprendre toute la quantité d'oxygène dont il a besoin. Mais pendant ce temps, le protoxyde d'azote sort du sang, appauvrit d'autant en oxygène l'air du poumon, et la sensibilité revient avant que le sang ait repris sa dose normale d'oxygène.

» Ces considérations m'amenèrent à faire respirer à l'animal, quand l'anesthésie était obtenue, non de l'air, mais de l'oxygène pur. Je devais arriver ainsi, pensais-je, à la saturation oxygénée du sang, assez tôt pour que la sensibilité n'eût pas encore reparu.

» Les résultats furent tels que je l'avais prévu. Mais cependant ils ne me satisfirent pas entièrement. La rapide élimination, en présence de l'oxygène pur, du protoxyde d'azote dissous dans le sang, amenait encore un peu trop vite la sensibilité de retour.

» J'eus alors l'idée d'employer un mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène, dans des proportions voisines de celles où se trouvent l'azote et l'oxygène.

» En anesthésiant d'abord l'animal par le protoxyde d'azote pur, puis en lui faisant respirer le mélange susdit, je devais obtenir une prolongation de l'insensibilité pendant plusieurs minutes, temps plus que suffisant pour que le sang reprenne l'oxygène qui lui est nécessaire. Car la forte proportion de protoxyde d'azote contenue dans le mélange s'opposerait à la sortie rapide du même gaz contenu dans le sang, et ses effets anesthésiques se continueraient par conséquent.

» Il en résulte qu'en redonnant ensuite le protoxyde d'azote pur, je n'aurais pas besoin de pousser jusqu'à l'axphyxie menaçante, parce que je n'aurais, si je puis ainsi dire, qu'un petit vide à combler, et que les premières inspirations du gaz pur le ramèneraient dans le sang à la proportion voulue.

» Il n'y aurait donc plus à craindre ni l'asphyxie ni le retour à la sensibilité, et le problème serait ainsi résolu.

» Ces prévisions d'une théorie physique bien élémentaire ont été, comme elles l'avaient été autrefois quand il s'agissait de l'emploi du gaz sous pression, confirmées par l'expérience. J'ai pu, par exemple, maintenir de la sorte un chien insensible pendant une demi-heure, ce qui est plus que suffisant pour la démonstration.

» Je proposerai certainement aux chirurgiens d'essayer sur l'homme

cette méthode si simple, qui n'exige que l'emploi du masque habituel, et de deux sacs de caoutchouc. Mais je désire auparavant déterminer, par un nombre suffisant d'expériences, la proportion exacte du mélange d'oxygène et de protoxyde d'azote qui se montrera la plus favorable. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le projet de mer intérieure africaine.* Note de M. DE LESSEPS.

« J'étais absent à la dernière séance et n'ai pu par conséquent répondre aux objections présentées par M. Cosson contre le projet de mer intérieure. Ces objections, d'ailleurs, ne sont pas nouvelles : elles ont été réfutées à diverses reprises devant l'Académie des Sciences par notre éminent Confrère M. d'Abbadie, par moi-même et enfin par les Notes de M. Roudaire; j'ajouterai que la Commission supérieure les a implicitement condamnées.

» M. Cosson s'efforce d'abord d'établir que le projet a subi des modifications successives : le reproche n'est pas fondé.

» A la suite de ses premières explorations, en 1874 et en 1877, M. Roudaire n'a présenté que des avant-projets et a fait lui-même ressortir la nécessité d'études nouvelles. Ces études sont aujourd'hui complètement terminées et le projet est assis sur des bases définitives.

» M. Cosson dit ensuite que la surface inondable du chott Rharsa est incertaine : je suis heureux de saisir cette occasion pour annoncer à l'Académie que pendant la dernière expédition M. Roudaire a exécuté 150^{km} de nouveaux nivellements dans le lit de ce chott, dont la partie submersible est dès aujourd'hui aussi bien délimitée que celle du chott Melrir; j'ajouterai que sa surface inondable est bien réellement de 1350^{kmq}, comme on avait cru pouvoir le conclure des premiers nivellements.

» Mon honorable confrère persiste à croire que la mer intérieure ne sera qu'une espèce de marécage sans profondeur. Je ne saurais mieux répondre à cette objection qu'en déposant sur le bureau de l'Académie une Carte qui représente à la même échelle trois coupes de la mer intérieure supposée remplie et une coupe du golfe de Gabès à Sfax. Il suffit d'y jeter un coup d'œil pour reconnaître que le golfe de Gabès, qui n'est cependant pas un marécage et où les navires circulent sans danger, ne paraît, auprès de la mer future, qu'une flaque d'eau sans profondeur.

La première Sous-Commission ayant constaté que rien ne permettait d'affirmer l'existence de deux courants inverses et simultanés dans le canal d'alimentation, M. Cosson en conclut que la mer intérieure ne deviendrait

qu'une véritable saline. Je me bornerai à répondre qu'après avoir émis cette opinion, très hypothétique d'ailleurs, la même Sous-Commission s'est empressée d'ajouter ([1]) :

« La concentration de la mer intérieure s'opérerait d'ailleurs avec une » telle lenteur qu'au point de vue pratique il n'y a pas lieu de s'en préoc- » cuper. »

» Au sujet des palmiers, j'ai déjà répondu que les effluves maritimes n'exercent sur eux aucune influence fâcheuse. Les grandes forêts de Dattiers qui s'étendent sur les bords du lac Menzaleh fournissent les meilleures dattes de l'Égypte.

» Il résulte, d'autre part, des nivellements pris, que la mer intérieure ne submergera que 3 ou 4000 palmiers. Quant aux terrains des *Farfaria*, que M. Cosson estime si fertiles, ils ne produisent absolument que des fièvres paludéennes.

» Voici du reste, à ce sujet, les conclusions de la deuxième Sous-Commission ([2]) :

« Il est permis de conclure que, si le remplissage du chott Melrir s'effectue de la manière prévue dans le projet, il s'ensuivra la destruction d'un foyer redoutable d'insalubrité palustre, situé au nord-ouest du chott Melrir dans les régions appelées *Farfaria*, qui seraient entièrement submergées. »

» Je ne suivrai pas M. Cosson dans les considérations qu'il développe, tant sur le remplissage des bassins que sur l'exécution du canal. Dans une question de Botanique, je m'inclinerais devant lui; j'espère que, de son côté, quand il s'agit d'un travail tel que l'exécution d'un canal destiné à remplir les bassins de la mer intérieure, il voudra bien me reconnaître quelque expérience.

» Nous venons de voir que, dans l'opinion de M. Cosson, la mer intérieure deviendra une saline. En supposant que la base de ses calculs soit exacte, ce que je conteste, cette hypothèse ne se réaliserait que dans quinze cents ans.

» Or M. Roudaire ne demande qu'une concession de quatre-vingt-dix-neuf ans, sans subvention pécuniaire ni garantie d'intérêt, mais seulement des terrains limitrophes ne pouvant être fécondés que par l'établissement du canal de communication et par le remplissage des bassins existants à 25^{m} au-dessous du niveau de la mer. Le Gouvernement pourra alors, dans

---

([1]) *Rapport de la Commission*, p. 537.
([2]) *Ibid.*, p. 544.

un siècle, draguer le sol à raison de $0^{fr},50$ le mètre cube, et il fera une très belle affaire en le vendant de 10^{fr} à 15^{fr}, attendu que cette matière précieuse sert de monnaie dans le commerce de l'intérieur de l'Afrique.

» En ce qui concerne la dépense, évaluée par M. Cosson à un milliard, il a été établi, par les ingénieurs et les entrepreneurs qui m'ont accompagné dans notre récente exploration, que le canal de communication de la Méditerranée à la nouvelle mer représente, sur un parcours rectiligne à travers des terrains de sable et de terre meuble, une extraction de 200 millions de mètres cubes, estimés à $0^{fr},50$ chacun, c'est-à-dire à un total de 100 millions de francs. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur un théorème de partitions de nombres complexes contenu dans un théorème de Jacobi;* par M. SYLVESTER.

« Dans le *Journal de Crelle*, t. 32, p. 166, Jacobi fait la remarque que le développement en série de $\Theta_1 x$ donne lieu à un théorème que j'exprime de la manière suivante.

» *Soient a et b deux quantités $c = a + b$; alors le produit infini*

$$(1 \mp q^a)(1 \mp q^b)(1 - q^c)(1 \mp q^{a+c})(1 \mp q^{b+c})(1 - q^{2c}) \ldots = \sum_{-\infty}^{+\infty} (\mp)^i q^{\frac{i^2 c + i(a-b)}{2}}.$$

» Ce théorème étant vrai pour un nombre infini de valeurs de $\frac{a}{b}$ sera, par sa forme même, nécessairement vrai quand a et b sont de symboles absolument arbitraires, et l'on voit facilement que, pour le montrer dans ce sens universel, il suffira d'énoncer certain théorème sur les nombres complexes dont voici l'énoncé :

» *Désignons par* C, B, A *des nombres complexes de la forme fc, $fc + b$, $fc + a$, où f est ou zéro ou un nombre entier et positif quelconque.*

» *Considérons un arrangement composé avec des* C, *des* B *et des* A *non répétés ou avec des* C, B, A *pris seuls ou combinés deux à deux, en excluant les arrangements* (*que je nomme exceptionnels*) *qui ne contiennent que des* B *formant une série arithmétique dont b est le dernier terme et c la différence constante, ou des* A *formant une série semblable dont a est le dernier terme.*

» *Par le caractère majeur et le caractère mineur d'un tel arrangement, je désigne la parité ou l'imparité du nombre* total *des termes et du nombre des* C *qu'il contient. Je dis qu'à chaque arrangement* (*non exceptionnel*) *on peut en*

associer un autre pareil dont la somme totale des éléments (les A, B, C) *sera la même, mais dont les caractères seront tous les deux opposés.*

» La démonstration deviendra plus claire en se servant de la notation suivante. En désignant par X un symbole d'une série de termes, je me servirai de $\dot{X}$ et de X pour signifier le terme le plus haut et le terme le plus bas de la série, et en me servant de Y ou Z pour signifier un symbole ou simple ou affecté de marques quelconques, j'emploie les notations

$$Y = o, \quad Y + Z = o, \quad Y > o, \quad Y + Z > o,$$

pour signifier que les Y manquent, que les Y et les Z manquent tous les deux, que les Y ne manquent pas, que les Y et les Z ne manquent pas tous les deux.

» Je divise les B (d'un arrangement quelconque) en deux espèces, ${}'B$ et B', dont ${}'B$ représente un B appartenant à la série arithmétique (la plus grande qu'on puisse former) commençant avec le plus grand B, et B' les autres B qui se trouvent dans l'arrangement.

» Ainsi je divise les A en ${}_{,}A$ et en $A_{,}$; $A_{,}$ signifie un A appartenant à la série arithmétique la plus grande qu'on puisse former, dont a est le terme minimum (de sorte que, si l'arrangement ne contient pas un a, $A_{,}$ manque) et ${}_{,}A$ signifie les autres A de l'arrangement.

» Finalement un point au centre d'un symbole à droite ou à gauche signifiera ce symbole diminué ou augmenté respectivement de c.

» On voit que dans cette notation les arrangements exceptionnels seront exprimés ainsi : ceux qui appartiennent à l'une des deux classes par les conditions ${}'B - b = o$ avec $A + C = o$, et les autres par les conditions $B = o$ avec ${}_{,}A + C = o$.

» Je divise les arrangements non exceptionnels en trois classes, dont les conditions seront respectivement les suivantes :

» Première classe :

$${}'\underset{\cdot}{B} - b > o \quad \text{ou} \quad \left({}'\underset{\cdot}{B} - b = o \quad \text{avec} \quad \underset{\cdot}{C} - c \leqq {}'\dot{B} - b\right).$$

» Deuxième classe :

$${}'B - b = o \quad \text{avec} \quad \left(\underset{\cdot}{C} - c > {}'\dot{B} - b \quad \text{ou} \quad C = o, \quad \text{mais} \quad A + C > o\right),$$

ou

$$B = o \quad \text{avec} \quad \left(A = o \quad \text{ou} \quad \underset{\cdot}{A} - a \overline{\overline{>}} C\right).$$

» Troisième classe :

$$B = o \quad \text{avec} \quad A > o \quad \text{et} \quad \underset{\cdot}{A} - a < \underset{\cdot}{C} \quad \text{et} \quad {}_{,}A + C > o.$$

» Toutes les hypothèses possibles se trouvent comprises dans ces tableaux des arrangements exceptionnels et non exceptionnels.

» A chacune des trois classes des derniers je vais assigner un opérateur qui peut être appliqué à chaque arrangement de cette classe et qui le transformera dans un autre arrangement appartenant à la même classe; cette disposition, appliquée deux fois successivement, reproduira l'arrangement sur lequel on opère, lequel ne changera pas la somme des éléments, mais changera chacun des deux caractères en sens opposé : c'est-à-dire que chacun des trois opérateurs que je vais définir, et que je nommerai φ, ψ, ϑ, doit satisfaire à cinq conditions qu'on peut nommer *catholicité, homœogénèse, mutualité, inertie* et *énantiotropie*.

» 1° φ signifie que, si $C = o$ ou $\underset{\cdot}{C} - c > {}'\ddot{B} - {}'\underset{\cdot}{B}$, on doit former un nouveau C, en substituant, pour chaque 'B, 'B· (c'est-à-dire sa valeur diminuée de c), et reconstituer l'inertie originale en ajoutant ensemble les c ainsi soustraits pour former un nouveau C, et que, dans le cas contraire, C doit être décomposé en simples c, dont on ajoutera un au premier 'B (le $\dot{B}$ le plus grand), un au second 'B, etc., jusqu'à ce que tous les c dont on a à disposer soient épuisés.

» 2° ψ signifie que, si $B > o$ ou $C = o$, ou $\underset{\cdot}{C} > {}'\dot{B} + A$, on doit former un nouveau C en substituant à $'\dot{B}$ et A leur somme et que, dans le cas contraire, C doit être décomposé en $'\dot{B}$ et A si $B > o$ et en b et A si $B = o$.

» 3° ϑ signifie que, si $C = o$ ou $\underset{\cdot}{C} + \dot{A}_{,} = > \underset{\cdot}{A}$, il faut décomposer ${}_{,}A$ en $\dot{A}_{,}$ et C ou en a et C, selon que $A_{,} =$ ou $> o$, et que, dans le cas contraire, pour C et $\dot{A}_{,}$, il faut substituer leur somme. On sera satisfait en étudiant les conditions des trois classes que les φ, ψ, ϑ possèdent tous les trois cinq attributs voulus : la preuve en est facilitée en supposant que, dans chaque série des C, des B et des A, prise séparément, on suit un ordre régulier de grandeur dans l'arrangement de ces termes respectivement au multiple de c qui entre dans chacun d'eux.

» Si l'on donne à a et à b des valeurs quantitatives (ce qui est toujours permis), et en particulier les valeurs 1 et 2 respectivement, on retombe sur le théorème d'Euler, mais (chose à noter) la correspondance donnée par le procédé général appliqué à ce cas ne sera nullement identique à la

correspondance donnée par le procédé de Franklin. En effet, les arrangements exceptionnels ne seront pas les mêmes dans les deux méthodes : selon le procédé de Franklin, les arrangements non conjugables sont de la forme

$$i, i+1, \ldots, 2i-1 \quad \text{ou} \quad i+1, i+2, \ldots, 2i,$$

tandis que la méthode actuelle donnera, comme non conjugués, les arrangements de la forme

$$1, 4, \ldots, 3i-2 \quad \text{ou} \quad 2, 5, \ldots, 3i-1.$$

La méthode employée ici fournira elle-même toujours deux systèmes de correspondance absolument distincts, dont on obtient l'un, qui n'est pas exprimé, en échangeant entre eux les a, A et les b, B, car la méthode n'est pas symétrique dans son opération sur ces deux systèmes de lettres.

» Ce cas est analogue à celui de la correspondance perspective entre deux triangles, laquelle peut être simple ou triple, comme je l'ai montré ailleurs. Jacobi, dans l'endroit cité, a fait la remarque que, pour $a=1$, $b=2$, en se servant du signe supérieur ($\mp$) dans son théorème, on retombe sur le théorème d'Euler et que, pour le cas de $a=1$, $b=1$, en se servant du signe inférieur, sur un théorème donné (il y a longtemps par Gauss). On peut ajouter que, si avec cette supposition on se sert du signe supérieur, on obtient $0=0$, mais si l'on écrit $a=1-\varepsilon$, $b=1$, en faisant ε infinitésimal, on tombe (chose singulière) sur l'équation de Jacobi elle-même,

$$(1-q)^3(1-q^2)^3(1-q^3)^3+\ldots=1-3q+6q^3-10q^6+\ldots.$$

» Puisque j'ai introduit le nom de l'auteur des *Fundamenta nova*, qu'on me permette la remarque que, dans les deux avant-dernières lignes de l'avant-dernière page de cet immortel Ouvrage, on trouve un théorème qui équivaut à l'équation

$$\frac{q}{1+q}-\frac{q^3}{1+q^3}+\frac{q^5}{1+q^5}-\ldots=\frac{q}{1+q}-\frac{q^{1+2}}{1+q^2}+\frac{q^{1+2+3}}{1+q^3}-\ldots;$$

or, le premier cas du théorème intitulé : *Sur un théorème d'Euler,* contenu dans une Note précédente des *Comptes rendus* (¹), affirme que le nombre des séries arithmétiques avec lesquelles on peut exprimer n est égal au nombre des diviseurs impairs de n, laquelle considération mène immédiatement à une conséquence qu'on ne pourrait manquer d'observer

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 1110.

(mais que M. Franklin, effectivement, a remarquée le premier) et qui s'exprime par l'équation

$$\frac{q}{1-q}+\frac{q^3}{1-q^3}+\frac{q^5}{1-q^5}+\ldots=\frac{q}{1-q}+\frac{q^{1+2}}{1-q^2}+\frac{q^{1+2+3}}{1-q^3}+\ldots,$$

équation très ressemblante à l'autre et qui peut être combinée avec elle de manière à donner naissance à quatre autres équations de la même espèce.

» On n'a pas besoin de dire que le théorème qui constitue la matière principale de cette Note, en faisant $a=1$ et en considérant b comme une quantité arbitraire, contient ou au moins conduit immédiatement au développement de $\Theta_1 x$ dont Jacobi l'a traité comme conséquence. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année 1882, en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges;* par M. **G.-A. Hirn.**

« Je viens, comme d'habitude, présenter à l'Académie les résultats les plus essentiels des observations météorologiques faites, dans le Haut-Rhin, l'année dernière. Pour les détails des stations, des instruments, etc., etc., je me permets de renvoyer les lecteurs aux *Comptes rendus* des 23 et 30 janvier 1882, et je donne de suite les divers Tableaux numériques les plus intéressants.

Observations actinométriques.

	(t_1-t_0).	Nombre d'observations par mois.	(t_1-t_0) maxima.
Janvier	18°,9	6	21°,8
Février	21,9	12	27
Mars	21,9	19	27,2
Avril	22,7	12	26,5
Mai	22,5	17	28,8
Juin	20,9	13	23
Juillet	20,8	13	25,5
Août	21,5	11	24,5
Septembre	22,4	6	24
Octobre	20,8	6	23,5
Novembre	19,7	6	22,5
Décembre	17,8	4	19,1

» Ce Tableau actinométrique mérite une discussion concise. L'observation des deux thermomètres se fait régulièrement à midi ; les instruments

étant d'ailleurs exposés au moins une heure, ou même plus, avant le moment de la notation. Le nombre de jours d'observations indiqués nous fait donc connaître le nombre de fois que le Soleil a lui de 10^h30^m ou 11^h à midi. La somme des observations étant cent vingt-cinq, il s'ensuit que le ciel a été voilé pendant deux cent quarante jours de l'année à l'heure dite. On voit par ce Tableau que, quand le ciel est bien découvert, les différences des deux thermomètres varient en définitive peu entre elles. En ne tenant pas compte des mois extrêmes, janvier et décembre, on trouve que la moyenne générale est 21°, 5, nombre qui ne s'écarte que de 1°, 2 de la plus forte valeur et de 1°,8 de la plus faible. J'ai été cependant plusieurs fois frappé d'un fait que d'autres observateurs auront remarqué aussi. Ce n'est pas aux ciels les plus limpides à la vue que répondent toujours les plus fortes différences actinométriques; j'ai vu souvent la différence s'élever à 26° alors que le ciel me semblait passablement terne ou *opalin*. Il suit de là que la légère brume ou la poussière, qui arrête une partie des rayons lumineux, n'absorbe pas au contraire les rayons calorifiques.

» Si nous comparons l'année 1881 à l'année 1882, nous voyons qu'il y a eu vingt-cinq jours clairs à midi de plus dans l'une que dans l'autre.

	Vents dominants à Colmar.	Vitesse moyenne.	Vitesse maxima.	Nombre de jours où le vent a été notable.
Janvier	SO	4 m	10 m	4
Février	SO	5	20	10
Mars	SOO	5	21	13
Avril	NNE	4,5	10	13
	SSO	6	18	13
Mai	SOO	5	18	5
	NNE	4	10	17
Juin	SSO	4,4	11	9
	SOO	4,5	12	6
Juillet	SSO	3,6	13	12
	SOO	4	15	7
Août	SSO	4,3	16	19
Septembre	SSO	3,9	20	11
Octobre	NNE	3	8	8
	SSO	4,7	15	7
Novembre	SO	5,1	20	21
Décembre	SSO	4,7	16	15

	TEMPÉRATURE								PRESSION atmosphérique.				EAU TOMBÉE (hauteur en millimètres).			
	Minima.				Maxima.											
	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	Schlucht	Munster.	Colmar.	Thann.	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.
Janvier	—3,0	— 4,1	— 2,0	— 2,8	2,7	2,5	2,9	3,0	671,6	741,24	756,67	744,5	39,0	14,1	1,7	20,7
Février	—4,3	— 2,1	— 1,9	1,9	1,3	5,3	7,5	6,0	669,0	738,3	753,45	740,9	49,7	23,9	4,5	19,4
Mars.........	—0,4	2,2	2,2	1,4	5,0	12,0	15,1	12,1	664,9	732,1	747,45	735,1	77,4	27,8	10,5	56,9
Avril	—0,2	3,6	4,1	3,0	6,3	14,0	16,7	15,5	660,4	726,7	742,10	729,7	118,3	36,0	20,0	55,9
Mai..........	4,0	7,0	8,1	7,8	13,6	18,5	21,3	21,4	665,4	730,78	745,82	733,6	60,9	40,4	53,2	48,5
Juin.........	6,3	8,9	10,8	9,0	13,6	19,7	22,7	22,1	665,1	730,7	744,91	733,2	207,0	95,4	65,8	111,6
Juillet.......	7,8	10,8	12,0	10,5	15,2	21,4	22,6	20,5	665,1	729,8	744,47	732,9	249,0	125,1	173,7	253,5
Août.........	7,0	10,7	12,2	9,9	13,8	20,2	23,1	19,5	666,1	730,58	745,01	733,9	137,7	44,1	15,6	59,3
Septembre...	4,8	8,6	10,3	7,9	10,3	16,2	18,5	16,1	662,3	727,45	742,14	731,0	252,6	110,2	122,1	154,4
Octobre......	2,9	5,3	7,4	5,9	8,8	13,0	14,7	12,4	662,5	727,6	743,42	731,6	163,3	54,5	61,3	112,4
Novembre....	—2,0	2,8	3,8	2,7	2,2	8,5	10,0	8,1	659,2	726,15	741,26	729,7	387,6	152,4	69,8	296,3
Décembre....	—3,3	— 0,9	0,7	— 1,9	1,3	5,4	5,2	4,3	658,4	725,62	740,85	729,1	290,5	111,4	38,0	196,3
Moy. et som..	1,63	4,4	5,63	4,61	7,84	13,05	15,1	13,42	664,17	730,59	745,63	733,77	$2^{m},033$	$0^{m},8353$	$0^{m},6362$	$1^{m},385$

Tableau comparatif entre les années 1881 *et* 1882, *à Colmar.*

	Température minima 1881.	Température minima 1882.	Température maxima 1881.	Température maxima 1882.	Eau tombée (hauteur barométrique) 1881.	Eau tombée (hauteur barométrique) 1882.
Janvier	— 6,4	— 2	— 1,2	2,9	25	1,7
Février	0,3	— 1,9	7	7,5	29	4,5
Mars	2,6	2,2	13,8	15,1	15	10,5
Avril	4,8	4,1	14,6	16,7	63,9	20
Mai	8,3	8,1	19,9	21,3	64,1	53,2
Juin	11,9	10,8	24,1	22,7	68	65,8
Juillet	14,7	12	30,1	23,6	42,7	173,7
Août	13,8	12,2	25,3	23,1	78,4	15,6
Septembre . .	9,9	10,3	19,2	18,5	68,8	122,1
Octobre	3,1	7,4	10,6	14,7	46,4	61,3
Novembre ...	3,3	3,8	13,4	10	8,5	69,8
Décembre	— 0,8	0,7	3,7	5,2	11,2	38
	5,5	5,6	15	15,1	521	636,2

Orages de Colmar.

1882.

Février ... Le 8, orage de 5^h s. à 7^m s. au sud.

Avril ..... Le 2, orage avec grêle à 4^h15^m s.

» ..... Le 15, orage au nord à 4^h s.

Mai .... Le 16, soir orageux.

» ..... Le 25, orage à 3^h30^m s.

» ..... Le 26, orage à midi, et à 6^h s. au sud.

» ..... Le 27, pluie d'orage, éclairs et tonnerre rares.

Juin ... Le 3, au soir, orage au sud.

» ..... Le 4, matin, orage à l'ouest.

» ..... Le 5, matin, 2 fortes pluies d'orage avec grêle, tonnerre rare.

» ..... Le 14, orage à 7^h s., avec pluie.

» ... Le 15, après-midi orageuse.

» ... Le 16, orages à midi (sud) et à 3^h15^m s. (ouest).

» ..... Le 18, tonnerre à 3^h s. (sud).

Orages de Colmar.

1882.

Mai ..... Le 26, à 2^h s., pluie d'orage et tonnerre.

» ..... Le 31, orage presque continu toute la journée.

Juin ..... Le 3, orage, avec grêle pluie à 10^h.

» ... Le 4, à 2^h s., tonnerre et pluie.

» .. Le 25, orage à 4^h s.

	1881.		882.
Juin.....	Le 22, orage à l'est à 7^{h} s.		
»	Le 26, orages très forts pendant la nuit du 25 au 26.		
»	Le 28, fort tonnerre à 2^{h} s. au nord.		
»	Le 29, matin, orage au nord; soir, orages.		
Juillet....	Le 20, nuit orageuse.	Juillet....	Le 5, à $2^{h}30^{m}$, orage avec forte pluie.
» ...	Le 21, matin, orages de tous côtés.	»	Le 10, tonnerre et pluie.
»	Le 31, orages de 1^{h} à 3^{h} m.	»	Le 16, orage à $2^{h}15^{m}$ (nord).
		» ...	Le 20, orage à l'ouest le soir.
		»	Le 21, orage continu à partir de 3^{h} s., grêle.
		»	Le 24, matin, tonnerre à $11^{h}15^{m}$, averse.
Août.....	Le 1, orage à 11^{h} s.	Août...	Le 29, soir, tonnerre à l'ouest, pluie.
»	Le 2, orages très forts toute la nuit.		
»	Le 13, orages le soir.		
»	Le 23, orages de tous côtés à 9^{h} soir.		
»	Le 24, orages la nuit.		
»	Le 31, orage la nuit.		
Septembre.	Le 15, 9^{h} s., fort orage.	Septembre.	Le 3, orages de tous côtés à 7^{h} s, pluie.
»	Le 19, orage à 2^{h} matin.	»	Le 11, de $7^{h}30^{m}$ à 9^{h} s., fort orage, pluie.
»	Le 21, soir orageux.	Octobre...	Le 12, fort orage à 4^{h} m., orages de tous côtés de 4^{h} s. à 6^{h} s.

» J'insisterai, dans une prochaine Communication, sur la comparaison des années 1881 et 1882. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1883.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lalande : MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Mouchez et Wolf réunissent

la majorité absolue des suffrages. Le membre qui après eux a obtenu le plus de voix est M. Janssen.

Prix Valz : MM. Tisserand, Faye, Mouchez, Wolf et Lœwy réunissent la majorité absolue des suffrages. Le membre qui après eux a obtenu le plus de voix est M. Janssen.

Prix Lacaze (Physique) : MM. du Moncel, Breguet, Boussingault réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux membres de la Section de Physique pour constituer la Commission. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Dumas et Bertrand.

Prix Montyon (Statistique) : MM. de La Gournerie, Lalanne, Boussingault, Bouley et Dumas réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Mangon et de Freycinet.

Prix Lacaze (Chimie) : MM. Dumas, Pasteur et Berthelot réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux membres de la Section de Chimie pour constituer la Commission. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Boussingault et Peligot.

Grand prix des Sciences physiques (Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie) : MM. Daubrée, Hébert, Gaudry, Fouqué et Des Cloizeaux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et A.-Milne Edwards.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Thiré soumet au jugment de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Sur l'incompatibilité qu'il y a, dans la transmission électrique de la force, entre un grand rendement et une grande capacité de transmission ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Tresca, Cornu, de Lesseps, de Freycinet.)

M. Vallin adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Bouley, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un « Traité des désinfectants et de la désinfection. Expériences sur la valeur de divers désinfectants,

étude de l'action de l'acide sulfureux sur les virus morveux, tuberculeux, etc. ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les Tomes IV et V de la nouvelle édition des « Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels, avec le concours de M. *Puiseux* et de M. *J. Hoüel.* »

2° Le second Volume de la troisième édition du « Traité d'électricité » de M. *G. Wiedemann.*

M. **Brown-Séquard** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. *Sédillot.*

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **J. Guérin** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Arm. Gautier** adresse à l'Académie ses remercîments pour la récompense dont ses travaux ont été l'objet à la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Une nouvelle formule générale pour le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. **B. Baillaud.**

« M. Tisserand a donné, pour le développement de la fonction perturbatrice dans le cas des grandes inclinaisons, une méthode fondée sur ce que le carré de la distance peut s'écrire

$$r^2 - 2rr_1\left(\cos^2\frac{J}{2}\cos x + \sin^2\frac{J}{2}\cos y\right) + r_1^2.$$

» En combinant cette idée avec celles qui m'ont donné une formule générale applicable au cas où les excentricités et les inclinaisons sont suffi-

samment petites, j'ai obtenu deux nouvelles formules générales dont l'une, beaucoup plus simple, est applicable en particulier à la théorie de Pallas.

» J'exprime d'abord le carré de la distance ainsi :

$$\Delta^2 = a^2 - 2aa_1\left[\cos^2\frac{J}{2}\cos(u - u_1 + H) + \sin^2\frac{J}{2}\cos(u + u_1 + K)\right] + a_1^2$$
$$+ b\cos(u - B) + b_1\cos(u_1 - B_1) + c + d\cos(u - u_1 - D)$$
$$+ d_1\cos(u + u_1 - D_1) + f\cos 2u + f_1\cos 2u_1.$$

» Cette forme me conduit à la première formule, qu'il serait trop long d'indiquer ici. En l'appliquant à la théorie de Pallas, troublée par Jupiter,

$$\Delta^2 = a^2 - 2aa_1\left[\cos^2\frac{J}{2}\cos(u - u_1 + H) + \sin^2\frac{J}{2}\cos(u + u_1 + K)\right] + a_1^2$$
$$+ 4,37\cos(u - 196^\circ 24') + 7,62\cos(u_1 - 132^\circ 36')$$
$$+ 0,38 + 0,41\cos(u - u_1 - 255^\circ 58')$$
$$+ 0,38\cos(u + u_1 - 285^\circ 1') + 0,22\cos 2u + 0,03\cos 2u_1.$$

» On a d'ailleurs

$$a = 2,77,\quad a_1 = 5,20,\quad J = 34^\circ 17',\quad H = 109^\circ 2',\quad K = -216^\circ 16'.$$

» On constate que le maximum du rapport de l'ensemble des termes du premier et du deuxième ordre aux termes finis est sensiblement $\frac{3}{4}$; le maximum du rapport des termes du deuxième ordre à l'ensemble des autres est environ $\frac{1}{3}$ et le maximum du rapport des termes du premier ordre aux termes finis est $\frac{36}{62}$. Ces maxima ont lieu à peu près en même temps, vers $u = 240^\circ$ et $u_1 = 340^\circ$.

» Il est évident que le développement en série est possible.

» On le rendra plus facile en posant

$$(A)\quad \begin{cases} a^2 + a_1^2 + c = a'^2 + a_1'^2, \\ -2aa_1\cos^2\frac{J}{2}\cos H + d\cos D = -2a'a'_1\cos^2\frac{J'}{2}\cos H', \\ 2aa_1\cos^2\frac{J}{2}\sin H + d\sin D = 2a'a'_1\cos^2\frac{J'}{2}\sin H', \\ -2aa_1\sin^2\frac{J}{2}\cos K + d_1\cos D_1 = -2a'a'_1\sin^2\frac{J'}{2}\cos K', \\ 2aa_1\sin^2\frac{J}{2}\sin K + d_1\sin D_1 = 2a'a'_1\sin^2\frac{J'}{2}\sin K'. \end{cases}$$

» On obtient ainsi

$$
(\mathrm{B})\left\{\begin{aligned}
\Delta^2 = a'^2 - 2a'a'_1\Big[&\cos^2\frac{\mathrm{J}'}{2}\cos(u - u_1 + \mathrm{H}') \\
&+ \sin^2\frac{\mathrm{J}'}{2}\cos(u + u_1 + \mathrm{K}')\Big] + a_1'^2 \\
&+ b\cos(u - \mathrm{B}) + b_1\cos(u_1 - \mathrm{B}_1) + f\cos 2u + f_1\cos 2u_1.
\end{aligned}\right.
$$

» On constate alors que, dans le cas de Pallas, pour les valeurs de u et de u_1 les plus défavorables, l'ensemble des termes finis est égal à 7,2; l'ensemble des termes du premier ordre à $-3,6$; l'ensemble des termes du second ordre à 0,2, conditions beaucoup plus favorables que les précédentes. Si l'on veut ne négliger que la $\frac{100}{1000}$ partie de la fonction perturbatrice, il suffira de s'en tenir aux troisièmes puissances de f et de f_1.

» Adoptant cette dernière expression (A) comme point de départ, je trouve, en désignant par M et M_1 les anomalies moyennes,

$$\frac{1}{\Delta} = \Sigma \mathrm{H}_s \cos[(q - 2\rho)\mathrm{M} + (q_1 - 2\rho_1)\mathrm{M}_1 + \sigma\mathfrak{M}],$$

où

$$\mathfrak{M} = \xi\mathrm{M} + \xi_1\mathrm{M}_1 + \eta + i(\mathrm{M} - \mathrm{M}_1 + \mathrm{H}') + j(\mathrm{M} + \mathrm{M}_1 + \mathrm{K}'),$$

avec

$$
\begin{aligned}
\xi &= 2l - \beta + 2(2n - \varphi), \\
\xi_1 &= 2l_1 - \beta_1 + 2(2n_1 - \varphi_1), \\
\eta &= -(2l - \beta)\mathrm{B} - (2l_1 - \beta_1)\mathrm{B}_1, \\
\mathrm{H}_s &= \Theta_s(\xi + i + j)(\xi_1 - i + j)[\sigma(\xi + i + j) + q - 2\rho]^{q-1} \\
&\quad \times [\sigma(\xi_1 - i + j) + q_1 - 2\rho_1{}^{q_1-1}]\,\frac{\mathrm{P}_{ij}^{h+k+\frac{1}{2}}}{a''^{2h+2k+1}}\,e^q e_1^{q_1} b^\beta b_1^{\beta_1} f^\varphi f_1^{\varphi_1}.
\end{aligned}
$$

» Θ_s est un coefficient purement numérique dont voici l'expression

$$\Theta_s = \frac{1.3.5\ldots(2h + 2k - 1)}{\mathrm{P}_\rho\mathrm{P}_{q-\rho}\mathrm{P}_{q_1}\mathrm{P}_{q_1-\rho_1}\mathrm{P}_l\mathrm{P}_{\beta-l}\mathrm{P}_{l_1}\mathrm{P}_{\beta_1-l_1}\mathrm{P}_n\mathrm{P}_{\varphi-n}\mathrm{P}_{n_1}\mathrm{P}_{\varphi_1-n_1}}\,\frac{(-1)^{\rho+\rho_1+k+h}}{2^{k+h+q+q_1+1}};$$

β, β_1, φ, φ_1, q, q_1 sont des nombres entiers positifs ou nuls; on a posé

$$h = \beta + \beta_1, \quad k = \varphi + \varphi_1;$$

l, l_1, n, n_1, ρ, ρ_1 sont des nombres entiers et positifs, variant, l de 0 à β, l_1 de 0 à β_1, n de 0 à φ, n_1 de 0 à φ_1, ρ de 0 à q, ρ_1 de 0 à q_1; σ est éga à ± 1; i et j ont toutes les valeurs entières de $-\infty$ à $+\infty$; a'' est la plus

grande des deux quantités a', a_1; P_{ij}^{h+k+1} est le coefficient de $\cos ix \cos jx$, formé d'après les principes de M. Tisserand, dans le développement de

$$\left[1 - 2\alpha\left(\cos^2\frac{J'}{2}\cos x + \sin^2\frac{J'}{2}\cos y\right) + \alpha^2\right]^{-(h+k+\frac{1}{2})},$$

α étant le rapport de la plus petite des quantités a', a'_1 à la plus grande. Les seules indéterminées β, β_1, q peuvent prendre des valeurs un peu grandes, les autres, φ, φ_1, q_1, ne dépassant pas trois ou quatre unités.

» J'ajouterai que la transformation représentée par les formules (A) pourrait devenir impossible si, l'excentricité restant grande, l'inclinaison devenait plus faible, de sorte qu'il semble que, au moins dans l'application de cette méthode, la grandeur de l'inclinaison des orbites soit plutôt un avantage qu'un inconvénient. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et des facules solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le quatrième trimestre de* 1882. Note de M. **Tacchini.**

« Le temps a été suffisamment favorable dans ce dernier trimestre; le nombre des jours d'observation a été de 20 en octobre, 23 en novembre et 19 en décembre. Voici les résultats de nos observations :

	1882.		
Quatrième trimestre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
Fréquence relative des taches	28,10	31,27	14,26
Fréquence des jours sans taches	0,00	0,00	0,00
Grandeur relative des taches	67,70	127,48	21,97
Grandeur relative des facules	108,30	89,35	90,79
Nombre des groupes de taches par jour	3,35	5,87	3,47

» Ces données, comparées à celles du trimestre précédent, démontrent que, après le minimum secondaire du mois d'août, les taches solaires ont augmenté progressivement jusqu'au maximum relativement considérable du mois de novembre, pour descendre brusquement à un minimum en décembre. Pendant le mois de novembre, l'activité a été presque continuellement forte avec un maximum entre le 19 et le 29 : mais, dans les deux autres mois, on distingue dans la série des observations journalières plusieurs périodes de maxima et minima, qui s'accordent avec la demi-rotation solaire,

comme je l'ai fait remarquer dans les Notes précédentes. La série des observations faites pendant cette année est bien comparable à celle de l'année précédente, car, en 1881, nous avons 268 jours d'observation et 290 jours en 1882, distribués, à peu près de la même manière, tout le long de l'année. Or je trouve que la fréquence moyenne des taches a été de 19,55 en 1881 et de 22,57 en 1882, l'extension moyenne 43,07 en 1881 et 59,20 en 1882; de plus, en 1882, nous avons eu des maxima secondaires dans le nombre et dans l'extension des taches, comme en avril et en novembre, bien plus considérables qu'en 1881; par conséquent on peut dire que, pendant l'année 1882, l'activité solaire a été plus grande que pendant l'année précédente, tandis qu'il semble assez probable que le véritable maximum ne soit pas encore arrivé. Pour les facules, la moyenne de l'année 1881 est un peu plus forte que celle de 1882, ce qui s'accorde avec le fait observé très souvent de maxima des facules à l'époque des minima secondaires des taches et *vice versa* ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances, facules et taches solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le troisième et le quatrième trimestre de* 1882. Note de M. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats des observations solaires faites pendant le second semestre de l'année 1882. Pour les protubérances, le nombre des jours d'observation a été de 25 en juillet, 23 en août, 10 en septembre, 9 en octobre, 16 en novembre et 8 en décembre; voici les moyennes obtenues pour chaque mois :

1882.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
Nombre moyen des protubérances	12,4	10,0	12,4	11,8	9,9	10,0
Hauteur moyenne des protubérances	46″,2	47″,4	48″,9	45″,6	42″,6	45″,3
Extension moyenne des protubérances	2°,3	2°,4	2°,5	3°,0	2°,4	2°,4

» Le nombre des protubérances par jour est donc à peu près le même que pour le premier semestre, tandis que la hauteur et l'extension se montrent un peu supérieures. Pour les deux années 1881 et 1882, le minimum de protubérances tombe dans le deuxième semestre de 1881, ou plus exac-

tement en septembre et octobre; les moyennes par année sont les suivantes :

Protubérances.	1881.	1882.
Nombre moyen par jour....................	11,06	11,12
Hauteur moyenne..........................	47",72	45",38
Extension moyenne...................... ..	2°,66	2°,37

» Quant à la distribution et à la fréquence des protubérances des facules et des taches solaires dans les différentes zones de chaque hémisphère, nous avons obtenu les chiffres suivants pour le deuxième semestre de 1882 :

3e trimestre 1882.				4e trimestre 1882.			
	Nombre des				Nombre des		
Latitude héliographique.	protubérances.	groupes des facules	groupes des taches.	Latitude héliographique.	protubérances.	groupes des facules	groupes des taches.
90° + 70°	80	0	0	90° + 70°	26	0	0
70 + 50	62	0	0	70 + 50	13	0	0
50 + 30	63	7	0	50 + 30	72	4	0
30 + 10	121	99	15	30 + 10	68	28	22
10 . 0	50	34	20	10 . 0	24	11	15
0 — 10	41	19	4	0 — 10	20	10	8
10 — 30	102	84	24	10 — 30	53	30	28
30 — 50	101	22	0	30 — 50	52	2	0
50 — 70	65	0	0	50 — 70	23	0	0
70 — 90	22	0	0	70 — 90	16	0	0

» Les taches et les facules sont plus fréquentes entre ± 10° et ± 30°, comme dans le premier semestre, et les facules s'étendent à des latitudes plus élevées que les taches dans chaque hémisphère. Les protubérances figurent dans toutes les zones et leurs maxima tombent dans les mêmes zones des maxima des taches : mais il y a encore quelque maximum des protubérances vers les pôles où il n'y a ni taches ni facules. Les taches et les facules ont été plus nombreuses près de l'équateur que dans le semestre précédent; il en a été de même pour les protubérances. »

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus à Saint-Thomas des Antilles, par la Commission brésilienne.* Note de M. DE TEFFÉ, transmise par S. M. dom Pedro.

« La Commission avait établi son Observatoire au sommet d'une colline, à 235m au-dessus du niveau de la mer. Indépendamment de l'Obser-

vatoire principal, qui abritait l'équatorial de $0^m,16$ d'ouverture et de $2^m,20$ de distance focale, ainsi que les instruments méridiens, etc., il avait été construit deux autres baraques, à une certaine distance, et où se trouvaient, dans l'une, un équatorial de $0^m,115$ et, dans l'autre, une lunette astronomique de $0^m,105$. Toutes les observations furent faites en recevant la projection de l'image solaire sur un écran convenablement disposé.

» Dès le matin du 6 décembre, de gros nuages masquaient le Soleil et firent craindre pour le succès de l'observation. Le Soleil ne se montra que neuf minutes après l'heure calculée pour le premier contact, et, à ce moment, le disque de Vénus se projetait de moitié environ sur celui du Soleil; puis, pendant vingt minutes, le Soleil resta caché par un épais rideau de nuages. Lorsque de nouveau le Soleil se laissa voir, la planète se projetait tout entière sur l'image solaire et le deuxième contact avait déjà eu lieu. Les bords des images étaient très nets et l'on voyait admirablement le granulé du Soleil. Une pluie torrentielle commença ensuite à tomber et dura, sans interruption, jusqu'à 12^h40^m soir.

» De 12^h40^m à 3^h, nous observâmes plusieurs séries de passages par la méthode Liais.

» Lorsque l'heure du troisième contact approcha, les images des deux astres étaient parfaites, et nous observâmes le troisième contact dans d'excellentes conditions. Il n'y eut que M. Calheiros da Graça qui nota la formation du ligament noir. Le quatrième contact fut également observé dans de très bonnes conditions. Nous donnons dans le Tableau ci-dessous les heures notées par les divers observateurs aux instants de ces deux contacts. Les initiales B.T., C.G., I.B. désignent respectivement les noms des observateurs : Baron de Teffé, Calheiros da Graça et Indio do Brazil. Les heures sont exprimées en temps moyen local.

	Troisième contact.	Quatrième contact.
	h m s	h m s
B.T.............	3.27.30,15	3.48.0,79
C.G.............	3.27.39,97	3.48.6,86
I.B.............	3.27.35,78	3.48.10,69 »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'emploi d'un verre biréfringent dans certaines observations d'analyse spectrale.* Note de M. **Cruls**, transmise par S. M. dom Pedro.

« On sait que, dans certains cas, la visibilité d'un objet augmente lorsque l'on déplace l'œil alternativement dans un sens latéral, c'est-à-dire normalement au rayon visuel, ou bien encore lorsque, par un moyen quelconque, on communique ce mouvement à l'objet lui-même; il existe même des cas où, sans cet artifice, l'objet reste complètement invisible. D'autres fois encore, la perceptibilité visuelle de certains détails de l'objet considéré s'accroît considérablement. Si l'on observe un objet terrestre ou un astre à l'aide d'une lunette, on peut, ou déplacer l'œil en laissant la lunette immobile, ou imprimer un mouvement à cette dernière en conservant l'œil immobile à l'oculaire.

» Mais si nous considérons le cas d'une image spectrale, obtenue au foyer d'un spectroscope adapté à une lunette, il n'est plus possible d'avoir recours à des déplacements de l'instrument, sans s'exposer à ce que, par suite de la petitesse de la fente qui laisse passer les rayons lumineux, le spectre ne disparaisse à chaque mouvement, car ici le seul mouvement que peut avoir la lunette est celui du mouvement diurne apparent. Le déplacement donné à l'organe de la vision entraînerait également à des inconvénients graves.

» Ces considérations, ainsi que d'autres de nature différente, que j'indique plus loin, m'ont amené à imaginer un procédé simple, lequel, dans certaines recherches, est fort utile, et que j'ai eu l'occasion d'expérimenter en examinant les spectres de diverses étoiles, et dont les principaux résultats ont été antérieurement publiés dans les *Comptes rendus*.

» Prenons pour exemple l'observation spectrale d'une étoile à l'aide d'un spectroscope adapté sur une lunette astronomique, et appliquons sur la partie extérieure de l'oculaire un verre biréfringent, en le maintenant convenablement entre les doigts; il est clair que l'on pourrait arranger une disposition *ad hoc* pour maintenir le verre en place. Examinons maintenant le spectre au travers du cristal : l'image se sera dédoublée et l'on verra deux spectres identiques, dont l'éclat lumineux, il est vrai, sera moitié moindre que celui de l'image unique primitive avant l'interprétation du verre biréfringent. Si celui-ci est convenablement choisi, les deux spectres, l'un ordinaire, l'autre extraordinaire (si le cristal est uniaxe), à

leur plus grand écartement, n'empiéteront pas l'un sur l'autre, et, dans ce cas, imprimant au cristal un mouvement alternatif de rotation, le spectre extraordinaire se déplacera et l'œil pourra reconnaître les particularités notables qu'il présente avec plus de certitude que si ce spectre était immobile dans le champ de la lunette. Mais il y a plus, et c'est sur ce point que je me permets d'appeler l'attention des observateurs. Dans les spectres de certaines étoiles faibles, il est souvent fort difficile de déterminer le type auquel appartient l'étoile, suivant que les bandes ou cannelures estompées présentent leur dégradation lumineuse du côté du violet ou du côté opposé. Dans ce cas encore, l'emploi d'un cristal biréfringent sera d'un précieux secours. On pourra toujours, en effet, juxtaposer les deux spectres de façon que les parties les plus claires de l'un correspondent aux cannelures foncées de l'autre, et, dans le contraste des teintes qui résultera de cette juxtaposition, l'œil aura toujours plus de facilité à bien reconnaître les particularités que présente le spectre.

» Dans ce genre de recherches, le plus ou moins de largeur à donner au spectre, suivant la mise au point de la fente, ne sera pas indifférent et dépendra de l'angle de dispersion du cristal; mais, dans chaque cas, il sera toujours possible de donner aux appareils une disposition convenable qui permette d'amener les deux spectres dans une juxtaposition telle, qu'il y ait contraste des teintes entre elles.

» En résumé, l'usage d'un cristal biréfringent convenablement appliqué dans certaines recherches d'analyse spectrale me semble offrir de sérieux avantages, et, à ce titre, je signale le fait à l'attention des astronomes. Dans ce même ordre d'idées, j'ai été amené à examiner l'application des principes de la polarisation à l'analyse spectrale, et j'espère pouvoir bientôt indiquer les avantages qu'offrirait, dans certaines recherches, l'emploi d'un appareil auquel je donne le nom de *polarispectroscope*. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination d'une classe particulière de surfaces à lignes de courbure planes dans un système et isothermes.* Note de M. G. **Darboux**.

« Nous avons vu que ([1]), si l'on rapporte la surface à ses lignes de courbure, l'élément linéaire prend la forme

$$ds^2 = e^{2h}(du^2 + dv^2),$$

([1]) *Comptes rendus*, même Tome, p. 1202.

et la fonction h doit satisfaire aux deux équations

$$\frac{\partial^2 h}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial v_1^2} = 0, \tag{7}$$

$$\frac{\partial h}{\partial u} = U e^h + U_1 e^{-h}, \tag{8}$$

où U et U_1 sont les fonctions doublement périodiques de seconde espèce dont nous avons donné les expressions. L'équation (8) ne contient au fond qu'une seule variable indépendante, et il est aisé de voir que, si l'on choisit comme inconnue e^h, elle prend la forme de ces équations du premier ordre auxquelles on donne le nom de Riccati, et que l'on sait intégrer dès que l'on en connaît des solutions particulières. Or la marche que nous avons suivie nous fait connaître de telles solutions, et les quatre valeurs de h, déterminées par l'équation

$$U^2 e^{2h} + 2U' e^h + U_2 - 2U'_1 e^{-h} + U_1^2 e^{-2h} = 0,$$

que l'on obtient en égalant à zéro la valeur de $\left(\frac{\partial h}{\partial v_1}\right)^2$ donnée par la formule (5), satisfont à l'équation (8). Il est donc possible de constituer, sans aucune espèce de quadrature, l'intégrale générale de l'équation (8). On détermine ensuite sans difficulté la valeur de la constante arbitraire en fonction de v_1, et l'on obtient pour l'expression définitive de h

$$e^h = \frac{\Theta\left(\frac{u + iv_1 - \omega}{2}\right)\Theta\left(\frac{u - iv_1 - \omega}{2}\right)}{H\left(\frac{u + iv_1 + \omega}{2}\right)H\left(\frac{u - iv_1 + \omega}{2}\right)} e^{u\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}}, \tag{9}$$

» Il reste maintenant à chercher les expressions des coordonnées rectangulaires en fonction de u et de v_1. Lorsqu'on connaît, comme cela a lieu ici, les six éléments qui figurent dans les formules de M. Codazzi, on sait que la surface est unique, mais la détermination de cette surface exige l'intégration d'une équation de Riccati, intégration qui peut fort bien être impossible et arrêter toute recherche ultérieure. J'ai réussi, dans le cas actuel, à effectuer l'intégration et à achever les calculs. On obtient le résultat suivant.

» Déterminons une courbe tracée sur la sphère de rayon 1 ayant l'origine pour centre par les conditions suivantes. Appelons x, y, z les coordonnées d'un point de la courbe, que nous considérerons comme des fonc-

tions de l'arc s de la courbe. Posons, pour abréger,

$$\Delta = \begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix}.$$

» Les deux équations réelles comprises dans l'équation complexe

$$(1 + i\Delta)\frac{ds}{dv_1} = V\frac{H'(0)\Theta(iv_1+\omega)}{H(iv_1)\Theta(\omega)}e^{-iv_1\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}}$$

déterminent non seulement la forme de la courbe, mais aussi l'expression de s en fonction de v_1; par conséquent, x, y, z et leurs dérivées par rapport à s pourront être regardées comme des fonctions connues de v. On aura alors, si l'on désigne par X, Y, Z les coordonnées rectangulaires d'un point de la surface,

$$\begin{aligned} X = [x - i(yz' - zy')]\frac{\Theta^2(\omega)}{H(2\omega)H'(0)}\frac{H\left(\frac{u+iv_1-3\omega}{2}\right)}{H\left(\frac{u+iv_1+\omega}{2}\right)}e^{(u+iv_1)\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}} \\ + [x + i(yz' - zy')]\frac{\Theta^2(\omega)}{H(2\omega)H'(0)}\frac{H\left(\frac{u-iv_1-3\omega}{2}\right)}{H\left(\frac{u-iv_1+\omega}{2}\right)}e^{(u-iv_1)\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}}, \end{aligned}$$

et les valeurs analogues pour Y, Z.

» Ces formules conduisent à la génération suivante des surfaces cherchées.

» Déterminons dans un plan (P) les coordonnées rectangulaires x_1, y_1 d'un point quelconque en fonction de u, v_1 par l'équation complexe

$$x_1 + iy_1 = \frac{\Theta^2(\omega)}{H(2\omega)H'(0)}\frac{H\left(\frac{u+iv_1-3\omega}{2}\right)}{H\left(\frac{u+iv_1+\omega}{2}\right)}e^{(u+iv_1)\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}}.$$

Alors l'équation $v_1 =$ const. représente une famille de courbes *isothermes*.

» Faisons correspondre à chaque courbe (v_1) la droite du plan passant par l'origine et définie par l'équation

$$(x_1 + iy_1)e^{-iv_1}\Theta(iv_1 + \omega) = (x_1 - iy_1)e^{iv_1}\Theta(\omega - iv_1).$$

» Faisons *rouler* le plan sur un cône quelconque, ayant pour sommet l'origine des coordonnées. Les différentes droites du plan passant par

l'origine viennent successivement s'appliquer sur les génératrices du cône. *La courbe* (φ_1), *correspondante dans chaque position du plan à la droite de contact du plan et du cône, engendrera la surface cherchée.*

» Ainsi, dans les surfaces que nous venons de déterminer, les plans des lignes de courbure du premier système passent toujours par un point fixe et enveloppent un cône quelconque. Les lignes de courbure ont une forme complètement indépendante de celle du cône et ne contiennent que deux constantes arbitraires dans leur équation.

» Il est indispensable de remarquer ici que, dans tout ce qui précède, nous nous sommes attaché à la solution la plus générale de notre problème. Si nous avions examiné l'hypothèse dans laquelle les deux solutions particulières U, U_1 de l'équation de Lamé, considérées par M. Hermite, cessent d'être distinctes, nous aurions trouvé des surfaces pour lesquelles les plans des lignes de courbure du premier système enveloppent un cylindre. Ces surfaces peuvent d'ailleurs être considérées comme des cas limites de celles que nous avons déterminées, et c'est parmi elles qu'il faut chercher les surfaces à courbure moyenne constante étudiées par M. Voretzsch, et parallèles à celles de M. Enneper.

» Aux propositions qui précèdent, j'ajouterai encore la suivante. Il existe des surfaces qui satisfont non seulement aux deux conditions que nous nous sommes imposées, mais *qui ont de plus leurs lignes de courbure sphériques dans le second système*. Celles qui correspondent à des valeurs données des constantes k et ω dépendent en outre de trois constantes arbitraires.

» Tous ces résultats sont en plein accord avec les théorèmes généraux, que nous devons à MM. Ribaucourt et Rouquet, sur les surfaces à lignes de courbure planes dans un système. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les fractions continues périodiques dont les numérateurs diffèrent de l'unité.* Note de M. E. DE JONQUIÈRES.

« Il ne me semble pas que l'attention des auteurs se soit portée souvent sur les fractions continues où les numérateurs diffèrent de l'unité [1], et

[1] Lambert et Legendre les ont quelquefois employées, et Gauss s'en est servi pour le développement de certaines fonctions transcendantes (*Commentaires de Goettingue*, vol. II).

cette abstention relative peut tenir, en partie, à ce que Lagrange, qui les a mentionnées, n'y voyait guère qu'un sujet de curiosité ([1]). Mais lorsque ce grand géomètre arrêta sur cette question le regard de son génie, il avait surtout en vue le profit qu'il en pourrait retirer pour ses célèbres recherches sur la résolution en nombres entiers des équations indéterminées du second degré, et c'est précisément à ce problème que ce genre de fractions continues se prête moins efficacement que l'autre.

» Quoi qu'il en soit, je ne les crois pas indignes d'être cultivées à côté des premières, et, si l'on admet ce point de départ, peut-être ne trouvera-t-on pas hors de propos que je cherche à compléter ici le peu que j'en ai déjà dit dans mes dernières Communications à l'Académie, d'autant plus que j'aurai bientôt à en faire usage.

» Le principal défaut de cette sorte de fractions, sinon le seul, étant, comme j'en ai fait la remarque expresse, que leurs fractions convergentes ne sont pas *toujours* irréductibles, il est bon de montrer que cet accident n'est pas, chez elles, aussi commun à beaucoup près, ni surtout aussi inopiné, qu'on pourrait le supposer d'abord.

» En effet, on démontre sans difficulté, pour ne parler ici que des fractions continues relatives au développement de l'irrationnelle $\sqrt{E}$, que leurs fractions convergentes sont irréductibles, et par conséquent méritent leur nom de *réduites*, toutes les fois que, dans la valeur de $E = a^2 + d$, il n'existe pas de facteur commun entre $2a$ et d. Mais ce cas n'est pas le seul où elles partagent à cet égard le privilége que possèdent les autres.

» Si $2a$ et d ont un même diviseur f, de telle sorte qu'on ait $2a = fa'$, $d = fd'$, et s'il n'y a plus aucun facteur commun entre $2a$ et d', la fraction continue qui, après la seule simplification permise, prend la forme

$$x = a + \cfrac{d'}{a' + \cfrac{d'}{2a + \cfrac{d'}{a' + \cfrac{d'}{2a + \ldots}}}},$$

n'a pareillement pour réduites que des fractions irréductibles.

([1]) Lagrange a dit : « Nous ne considérons ici que les fractions continues, où les numérateurs sont égaux à l'unité...., car celles-ci sont, à proprement parler, les seules qui soient d'un grand usage dans l'Analyse, les autres n'étant presque que de curiosité. » (*Additions à l'Algèbre d'Euler*, édition de l'an III, p. 380.)

» Le seul cas où il n'en soit plus toujours ainsi ne peut donc être que celui où d' contient encore quelque facteur de $2a$, ce qui prouve que ce facteur f était contenu dans d à une puissance au moins égale à 2. Soit alors $d' = fd''$, d'' pouvant encore contenir f, mais n'ayant plus aucun facteur commun avec $2a$, ni avec a'. La fraction continue, simplifiée une deuxième fois, prend alors définitivement la forme

$$x = a + \cfrac{d'}{a' + \cfrac{d''}{a' + \cfrac{d''}{a' + \cfrac{d''}{a' + \dots}}}}$$

» Les réduites consécutives sont

$$\frac{1}{0},\quad \frac{a}{1},\quad \frac{aa'+d'}{a'},\quad \frac{(aa'+d')a'+ad''}{a'^2+d''},\quad \dots.$$

» Le numérateur de la deuxième $aa'+d'$ est, par hypothèse, égal à $f(a'^2+d'')$. Donc le facteur f se retrouve, à la première puissance, dans tous les numérateurs suivants, et la fraction convergente cessera d'être irréductible (c'est le seul cas où cela puisse avoir lieu), chaque fois qu'un dénominateur sera lui-même divisible par f. Or, si l'on pose

$$a' = i + \text{multiple de } f \ (i < f)$$

et

$$d'' = j + \text{multiple de } f \ (j < f),$$

les résidus (sauf réduction ultérieure plus complète) des dénominateurs successifs sont

$$\text{(A)} \quad 1,\ i,\ i^2+j,\ (i^2+2j)i,\ (i^2+3j)i^2+j^2,\ (i^2+3j)(i^2+j)i,\ \dots.$$

» La circonstance dont il s'agit se présentera donc seulement lorsque ces fonctions de i et j seront égales à un multiple de f, et se renouvellera périodiquement, à des rangs déterminés croissant en progression arithmétique, *mais sans répercussion* sur celles des réduites suivantes qui n'occupent pas ces rangs-là.

» *Exemple.* — $E = 3185 = \overline{8.7}^2 + 7^2$. On a successivement

$$\sqrt{E} = 56 + \cfrac{49}{112 + \cfrac{49}{112 + \dots}} = 56 + \cfrac{7}{16 + \cfrac{7}{112 + \cfrac{7}{16 + \dots}}} = 56 + \cfrac{7}{16 + \cfrac{1}{16 + \cfrac{1}{16 + \cfrac{1}{16 + \dots}}}}$$

» Les cinq premières réduites de la fraction continue mise sous cette dernière forme (la seule qu'on doive employer) sont irréductibles, mais le dénominateur de la sixième est divisible par 7, comme l'annonçait la sixième des expressions (A), les résidus successifs de ces dénominateurs étant, dans ce cas, 1, 2, 5, 5, 1, 0; 1, 2, 5, 5, 1, 0; 1, 2, 5, 5, 1, 0; ..., et ainsi de suite à l'infini. En résumé, toutes les fractions convergentes sont irréductibles, sauf celles qui occupent les rangs 6K.

» On voit donc à quoi se réduit le reproche à faire à ces fractions continues périodiques et dans quelle large mesure elles méritent d'être réhabilitées sous ce rapport; d'autant plus, comme je l'ai dit, que celles de Lagrange leur empruntent *toutes* leurs réduites, sans exception, dans les cas qui, par leur généralité, présentent le plus d'intérêt, et la plupart d'entre elles dans certains autres. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la généralisation du théorème de Fermat.* Note de M. **Ed. Lucas.**

« Le théorème énoncé dans les *Comptes rendus* du 16 avril 1883, sur la généralisation du théorème de Fermat, se déduit immédiatement du théorème d'Euler qui sert de base à la théorie des congruences de module quelconque (*Commentationes arithmeticæ collectæ*, t. I, p. 284). Supposons en effet, pour plus de simplicité, que le nombre n ne contienne que deux facteurs premiers, de telle sorte que $n = a^\alpha b^\beta$; désignons par x un nombre premier à n, et par $\varphi(n)$ l'indicateur de n; on sait que l'on a

$$\varphi(n) = n\left(1-\frac{1}{a}\right)\left(1-\frac{1}{b}\right),$$

et le théorème de Fermat généralisé par Euler s'écrit

$$x^{\varphi(n)} \equiv 1, \quad (\mathrm{mod}\ n),$$

ou, en multipliant les deux membres de la congruence par une puissance convenable de x,

(1) $$x^{n+\frac{n}{ab}} \equiv x^{\frac{n}{a}+\frac{n}{b}}, \quad (\mathrm{mod}\ n).$$

» D'autre part, le même théorème donne encore

$$x^{a^{\alpha-1}(a-1)} \equiv 1, \quad (\mathrm{mod}\ a^\alpha);$$

élevons les deux membres à la puissance d'exposant b^β, puis multiplions

les deux membres de la congruence obtenue par $x^{\frac{n}{a}}$, il vient

$$x^n \equiv x^{\frac{n}{a}}, \quad (\text{mod } a^\alpha).$$

» Par conséquent, $x^n - x^{\frac{n}{a}}$ est divisible par a^α; de même, $x^n - x^{\frac{n}{b}}$ est divisible par b^β, et, en multipliant, on a

$$(2) \qquad x^{2n} - x^n\left(x^{\frac{n}{a}} + x^{\frac{n}{b}}\right) + x^{\frac{n}{a}+\frac{n}{b}} \equiv 0, \quad (\text{mod } n);$$

ajoutons membre à membre les congruences (1) et (2), et divisons par x^n, il vient

$$x^n - x^{\frac{n}{a}} - x^{\frac{n}{b}} + x^{\frac{n}{ab}} \equiv 0, \quad (\text{mod } n);$$

c'est ce qui constitue la proposition de M. Picquet.

» Nous ajouterons la remarque suivante. Il résulte évidemment du théorème d'Euler que, si l'on désigne par A et B des polynômes en x dont les coefficients sont des nombres entiers quelconques, par $x_1, x_2, \ldots, x_{\varphi(n)}$ tous les nombres entiers inférieurs et premiers à n, l'expression

$$\text{A}(x^{\varphi(n)} - 1) + \text{B}(x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_{\varphi(n)})$$

est divisible par n, quels que soient les entiers x et n supposés premiers entre eux. D'ailleurs, en laissant à x et n cette indétermination de l'énoncé, il ne saurait exister d'autres polynômes possédant cette propriété; la conclusion subsiste, *a fortiori*, en supposant que x et n sont des nombres entiers quelconques. Par conséquent, il n'y a pas lieu de chercher à généraliser le théorème de Fermat et d'Euler en suivant cette voie.

» D'autre part, nous avons indiqué (*Journal de Sylvester*, t. II, p. 300 et 317) les généralisations que l'on peut obtenir en remplaçant le nombre entier x par un nombre complexe. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une généralisation du théorème de Fermat.* Note de M. **Pellet.**

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques remarques relativement à la Note de M. Picquet, sur une généralisation du théorème de Fermat, présentée à l'Académie le 16 avril.

» La fonction numérique

$$\frac{x^n - \Sigma x^{\frac{n}{a}} + \Sigma x^{\frac{n}{ab}} - \ldots \pm x^{\frac{n}{ab\ldots c}}}{n}$$

ou $\frac{\Sigma_n(x)}{n}$, comme la désigne M. Picquet, s'est déjà présentée dans des recherches mathématiques (SERRET, *Algèbre supérieure*, n° 349; *Comptes rendus*, 14 février 1870, p. 328).

» On vérifie d'ailleurs aisément que $\Sigma_n(x)$ est divisible, quel que soit x, par a^α, plus haute puissance du facteur premier a divisant n. Il suffit de s'appuyer sur le théorème de Fermat généralisé : $y^{a^\alpha} - y^{a^{\alpha-1}}$ est divisible par a^α, quel que soit y. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes des équations linéaires*. Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« 3. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 12 mars dernier, j'ai montré que, pour former le groupe d'une équation linéaire, il suffisait de connaître, pour toutes les combinaisons deux à deux des points singuliers, quatre coefficients α, β, γ, δ, et que ces quatre coefficients s'exprimaient aisément par des séries lorsque, envisageant deux points singuliers a_1 et a_2, on pouvait construire deux cercles C_1 et C_2, ayant pour centres a_1 et a_2, ne contenant aucun autre point singulier et ayant une partie commune.

» Supposons maintenant que l'on trace deux figures F_1 et F_2, satisfaisant aux conditions suivantes : 1° elles auront une partie commune; 2° la figure F_1 contiendra le seul point singulier a_1 et la figure F_2 le seul point singulier a_2; 3° la figure F_1 se composera de la partie commune à deux cercles qui se couperont aux points α_1 et β_1 sous un angle $\pi\gamma_1$; la figure F_2 sera de même limitée par deux circonférences se coupant en α_2 et β_2 sous un angle $\pi\gamma_2$; il est évidemment toujours possible de construire deux pareilles figures.

» Les équations des quatre circonférences qui limitent les deux figures F_1 et F_2 seront

$$\arg\frac{x-\alpha_1}{x-\beta_1} = \delta_1, \quad \arg\frac{x-\alpha_1}{x-\beta_1} = \delta_1 + \pi\gamma_1,$$

$$\arg\frac{x-\alpha_2}{x-\beta_2} = \delta_2, \quad \arg\frac{x-\alpha_2}{x-\beta_2} = \delta_2 + \pi\gamma_2.$$

» Posons

$$\zeta_1 = \left(e^{-i\delta_1}\frac{x-\alpha_1}{x-\beta_1}\right)^{\frac{1}{\gamma_1}}, \quad \zeta_2 = \left(e^{-i\delta_2}\frac{x-\alpha_1}{x-\beta_2}\right)^{\frac{1}{\gamma_2}},$$

$$h_1 = \left(e^{-i\delta_1}\frac{a_1-\alpha_1}{a_1-\beta_1}\right)^{\frac{1}{\gamma_1}}, \quad h_2 = \left(e^{-i\delta_2}\frac{a_2-\alpha_2}{a_2-\beta_2}\right)^{\frac{1}{\gamma_2}}.$$

» Soient h'_1 et h'_2 les quantités imaginaires conjuguées de h_1 et de h_2. Posons encore

$$z_1 = \frac{\zeta_1 - h_1}{\zeta_1 - h'_1}, \quad z_2 = \frac{\zeta_2 - h_3}{\zeta_2 - h'_2}.$$

Si nous reprenons les notations de la Note citée, nous aurons

$$y_1 = z_1^{\lambda_1}\varphi_1(z_1), \quad y_2 = z_1^{\mu_1}\psi_1(z_1) \quad \text{à l'intérieur de } F_1$$

et

$$y_3 = z_2^{\lambda_2}\varphi_2(z_2), \quad y_4 = z_2^{\mu_2}\psi_2(z_2) \quad \text{à l'intérieur de } F_2.$$

» Soient alors x_0 un point de la partie commune à F_1 et à F_2, z_1^0 et z_2^0 les valeurs correspondantes de z_1 et de z_2; il est clair que les coefficients α, β, γ, δ s'exprimeront en séries ordonnées suivant les puissances des A, des B, de z_1^0 et de z_2^0.

» 4. Supposons maintenant que l'on envisage une équation de la forme suivante :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \alpha y \varphi(x),$$

$\varphi(x)$ étant une fonction uniforme de x devenant infinie pour $a = 0$, de telle sorte que le point $x = 0$ soit un point singulier dans le voisinage duquel les intégrales soient irrégulières. On peut chercher les racines de l'équation déterminante qui correspond à une rotation du point x autour du point singulier $x = 0$. On voit alors, en appliquant les principes exposés plus haut, que ces racines sont des fonctions entières de α.

» 5. De même envisageons des équations de la forme suivante :

$$\frac{dx_k}{dt} = \alpha\sum_{i}^{n}{}_1\,\varphi_{ik}x_i \quad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

où les φ_{ik} sont des fonctions périodiques de t développables suivant les sinus et les cosinus des multiples de λt. Cherchons l'équation déterminante D de la substitution que subissent les intégrales quand t s'accroît d'une période. Nous verrions aisément que les racines de cette équation sont des fonctions entières de α.

» 6. Un problème analogue se présente en Mécanique céleste lorsqu'on étudie les variations séculaires des excentricités; seulement les fonctions φ_{ik} sont développées suivant les cosinus et les sinus des arcs $(m\lambda + n\mu)t$, m et n étant des entiers et λ et μ des constantes données. On peut traiter directement ce problème comme le précédent, ou plutôt le ramener au précédent en supposant les moyens mouvements commensurables, ce qu'on peut faire avec une erreur aussi petite qu'on le veut. Les périodes des variations séculaires dépendent alors des racines de l'équation déterminante D définie plus haut, et sont développables suivant les puissances croissantes de α, quel que soit le module de α. Lorsqu'on calcule ces périodes comme on le fait d'ordinaire, c'est-à-dire en supprimant dans les fonctions φ_{ik} tous les termes non séculaires, on ne trouve que le premier terme de ces séries, le terme qui contient α à la première puissance. Le terme suivant, qui est de l'ordre de α^2, est d'ailleurs très petit, à cause de la petitesse de α. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques intégrales doubles.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Lettre adressée à M. Mittag-Leffler, publiée par le *Journal de Borchardt*, t. 91, M. Hermite a annoncé que l'étude des intégrales doubles, telles que

$$\Phi(z) = \int_{t_0}^{t_1} dt \int_{u_0}^{u_1} du \frac{F(u, t, z)}{G(u, t, z)},$$

conduirait sans doute à des particularités intéressantes. M'étant proposé cette étude, j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats que j'ai obtenus. L'espace E défini par la condition $G(u, t, z) = 0$, quand on fait varier t et u entre les limites de l'intégration, n'est pas pour la fonction $\Phi(z)$ un *espace lacunaire*, au sens que l'on attribue à ce mot depuis les travaux de M. Weierstrass. Considérons un point z en dehors de cet espace et très voisin de la limite; si l'on développe $\Phi(z)$ en série ordonnée suivant les puissances croissantes de $z - z_0$, le cercle de convergence de cette série pénètre à l'intérieur de l'espace E. Prenons ensuite un point z dans la partie commune; on pourra, dans le voisinage de ce point, développer la fonction suivant les puissances croissantes de $z - z_1$, et le cercle de convergence de cette nouvelle série atteindra de nouveaux points de l'espace E. En continuant ainsi, on pourra atteindre tous les points de

cet espace, sauf certains points particuliers isolés. Toutefois cette fonction présente des particularités qui ne sont pas sans analogie avec celles qui ont été révélées par M. Hermite dans le cas d'une intégrale simple, quoique d'une nature plus complexe. La méthode que j'ai employée n'est qu'une extension de celle dont je m'étais déjà servi pour démontrer le théorème de M. Hermite (*Acta mathematica*, p. 192).

» Pour prendre le cas le plus simple, je considère d'abord les intégrales de la forme suivante :

$$\Phi(z) = \int_{t_0}^{t_1} dt \int_{u_0}^{u_1} du \frac{F(u, t, z)}{G(u, t, z)},$$

où $F(u, t, z)$ et $G(u, t, z)$ sont des fonctions entières des variables u, t, z. Je suppose que les intégrales sont prises suivant des lignes droites et que, u et t variant entre les limites de l'intégration, le point qui correspond à l'une des racines de l'équation $G(u, t, z) = 0$ vient coïncider une fois et une seule fois avec tous les points compris à l'intérieur d'un espace fermé E. Je suppose en outre que l'on peut entourer l'espace E et les lignes droites $t_0 t_1$, $u_0 u_1$ de contours suffisamment rapprochés C_0, C_1, C_2 pour que l'équation $G(u, t, z) = 0$, où l'on considère successivement chacune des quantités u, t, z comme fonction des deux autres, définisse une fonction uniforme lorsque les variables indépendantes restent comprises à l'intérieur des contours correspondants. Ces hypothèses étant admises, je remarque que l'espace E peut être considéré comme une sorte de quadrilatère curviligne dont les côtés sont engendrés de la façon suivante. Si, dans l'équation $G(t_0, u, z) = 0$, on fait varier u de u_0 à u_1, z décrit un certain arc de courbe T_0 qui appartient évidemment à la limite de l'espace E. De même, en faisant varier, dans l'équation $G(t_1, u, z) = 0$, u de u_0 à u_1, on engendre un autre arc de courbe T_1 qui appartient aussi à la limite de E, et l'on obtiendrait d'une façon analogue les deux autres côtés que j'appelle U_0 et U_1 en faisant varier t de t_0 à t_1 dans l'une des équations $G(t, u_0, z) = 0$, $G(t, u_1, z) = 0$. Admettons qu'en parcourant le périmètre de ce quadrilatère, en laissant l'aire enveloppée à sa droite, on rencontre successivement les côtés T_0, U_1, T_1, U_0, et soient z_0, z_1, z_2, z_3 les quatre sommets; z_0, par exemple, est l'intersection de T_0 et de U_0. La fonction représentée par l'intégrale double à l'extérieur de E peut être continuée à l'intérieur de cet espace, et elle ne présente, dans le contour C_0, que quatre points singuliers, qui sont précisément les sommets z_0, z_1, z_2, z_3.

» Lorsque le chemin suivi par la variable traverse le quadrilatère, la

fonction représentée au point de départ par $\Phi(z)$ est représentée au point d'arrivée par $\Phi(z)+\varphi(z)$, $\varphi(z)$ s'obtenant comme il suit. Appelons $R(t,z)$ le résidu de la fonction

$$\frac{F(u,t,z)}{G(u,t,z)},$$

relatif à la racine de l'équation $G(u,t,z)=0$, où l'on regarde u comme l'inconnue. Soit, en outre, u'_0 la racine de l'équation $G(u_0,t,z)=0$ qui est égale à t_0 pour $z=z_0$, et u'_1 la racine de l'équation $G(u_1,t,z)=0$ qui est égale à t_1 pour $z=z_2$.

» Ceci posé, on doit prendre pour $\varphi(z)$ l'une des valeurs ci-dessous, suivant le chemin décrit par la variable :

z traversant successivement T_0 et U_1, on a $\varphi(z)=2i\pi\int_{t_0}^{u'_1}R(t,z)\,dt$,

» U_1 et T_1, » $\varphi(z)=2i\pi\int_{u'_1}^{t_1}R(t,z)\,dt$,

» T_0 et U_0, » $\varphi(z)=2i\pi\int_{t_0}^{u'_0}R(t,z)\,dt$,

» U_0 et T_1, » $\varphi(z)=2i\pi\int_{u'_0}^{t_1}R(t,z)\,dt$.

» Je prends maintenant les intégrales de la forme

$$\Phi(z)=\int_{t_0}^{t_1}dt\int_{u}^{u_1}du\,\frac{F(u,t,z)}{G^2(u,t,z)},$$

et je conserve les hypothèses faites plus haut sur $G(u,t,z)$ et sur l'espace E. Les seuls points critiques de la fonction représentée par $\Phi(z)$ à l'intérieur du contour C_0 sont encore ici les quatre points z_0, z_1, z_2, z_3. Le chemin décrit par la variable traversant le quadrilatère E, la fonction représentée au point de départ par $\Phi(z)$ est représentée, après un pareil chemin, par $\Phi(z)+\varphi(z)+\pi(z)$, $\varphi(z)$ ayant la même signification que dans le premier cas, et $\pi(z)$ désignant un terme qu'on peut obtenir sous forme finie, et dont voici la valeur. Posons

$$f_1(u,t,z)=\frac{F(u,t,z)\dfrac{\partial G}{\partial t}}{2\left(\dfrac{\partial G}{\partial u}\right)^3};$$

on prendra $\pi(z)=\pm 2i\pi f_1(u_1,u'_1,z)$, lorsque la variable traversera les côtés T_0 et U_1 ou les côtés U_1 et T_1, et, si le chemin suivi traverse les côtés

T_0 et U_0 ou les côtés U_0 et T_1, on prendra $\pi(z) = \pm 2i\pi f_1(u_0, u'_0, z)$, le signe étant facile à déterminer dans chaque cas.

» Les points z_0, z_1; z_2, z_3 sont pour la fonction des points singuliers logarithmiques; dans le voisinage du point z_0, par exemple, on peut mettre la fonction sous la forme

$$P(z - z_0) + L(z - z_0)[\varphi(z) + \pi(z)],$$

$P(z - z_0)$ étant holomorphe pour $z = z_0$.

» On peut déduire de ces formules des conséquences analogues à celles qui ont été développées par M. Hermite dans le Mémoire déjà cité. Par exemple, au moyen d'une fraction rationnelle $f(u + t + z)$, on peut obtenir sous forme d'intégrale double définie l'expression analytique d'une fonction qui représente successivement n fonctions distinctes à l'intérieur de n bandes indéfinies séparées par des bandes de largeur *finie*, et non par de simples coupures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction eulérienne*. Note de M. **Bourguet**, présentée par M. Hermite.

« M. Prym a représenté $\Gamma(x)$ par la somme de deux fonctions $P(x)$ et $Q(x)$, dont la seconde est holomorphe, la première ayant pour expression

$$P(x) = \frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} + \frac{1}{2(x+2)} - \cdots + \frac{(-1)^n}{2.3\ldots n(x+n)} + \cdots,$$

ou encore

$$eP(x) = \frac{1}{x} + \frac{1}{x(x+1)} + \cdots + \frac{1}{x(x+1)\ldots(x+n)} + \cdots.$$

» Cette forme analytique, entièrement explicite, de la transcendante $P(x)$ conduit, par une voie facile, à reconnaître que l'équation $P(x) = 0$ a une infinité de racines réelles. Soit, pour un moment,

$$S_n = \frac{1}{x} + \frac{1}{x(x+1)} + \cdots + \frac{1}{x(x+1)\ldots(x+n-1)},$$

$$R_n = \frac{1}{x(x+1)\ldots(x+n-1)}\left[\frac{1}{x+n} + \frac{1}{(x+n)(x+n+1)} + \cdots\right],$$

de sorte qu'on ait

$$eP(x) = S_n + R_n.$$

» Je remarque d'abord qu'en limitant la valeur de x supposée réelle

par les conditions

$$n - 1 < -x < n,$$

la série $\frac{1}{x+n} + \frac{1}{(x+n)(x+n+1)} + \dots$ est toujours positive, tandis que le facteur $x(x+1)\dots(x+n-1)$ est du signe de $(-1)^n$. Le reste R_n est donc négatif pour toute valeur impaire de n. Cela étant, faisons

$$n = 2m + 1,$$

on trouvera, par un calcul facile, que

$$S_n = \frac{X_m}{x(x+1)\dots(x+2m)},$$

le numérateur étant le polynôme suivant :

$$\begin{aligned} X_m = & \quad (x+2)^2(x+3)(x+4)\dots(x+2m) \\ & + (x+4)^2(x+5)(x+6)\dots(x+2m) \\ & + (x+6)^2(x+7)(x+8)\dots(x+2m) \\ & \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ & + (x+2m)^2 + 1. \end{aligned}$$

» Cette quantité est positive pour les valeurs de x satisfaisant à la condition $x + 2m < 0$, les facteurs qui entrent au premier degré dans les divers termes étant tous négatifs et en nombre pair. D'ailleurs, le dénominateur $x(x+1)\dots(x+2m)$ est négatif, comme nous l'avons déjà dit; S_n étant donc, comme R_n, une quantité négative, nous voyons que dans l'intervalle considéré pour la variable, c'est-à-dire entre les deux pôles consécutifs, $x = -2m$, $x = -(2m+1)$, l'équation $P(x) = 0$ n'a aucune racine réelle. J'ajoute qu'il en est de même entre $x = -1$ et $x = -2$, car alors $S_2 = \frac{x+2}{x(x+1)}$, quantité positive dans cet intervalle ainsi que R_2. Si l'on passe à l'intervalle compris entre $x = -3$ et $x = -4$, on obtient

$$S_4 = \frac{(x+2)^2(x+3) + x + 4}{x(x+1)(x+2)(x+3)};$$

or le numérateur de cette expression changeant de signe lorsqu'on fait varier x de -3 à -4, on ne peut prononcer sûrement ni sur la présence ni sur l'absence de racines. Mais, au delà, nous allons établir qu'elles existent d'une manière absolument contraire. Je remarque dans ce but que, $P(-3-\frac{1}{2}) = 0{,}23\dots$ étant positif et moindre que $\frac{1}{e} = 0{,}34\dots$, il en ré-

sulte que, pour toute valeur du nombre entier n supérieure à 3, $P(-n-\frac{1}{2})$ est négatif. De l'équation de M. Prym

$$P(x+1) = xP(x) - \frac{1}{e},$$

nous déduisons en effet

$$P\left(-4-\frac{1}{2}\right) = -\frac{\frac{1}{e}+P\left(-3-\frac{1}{2}\right)}{4+\frac{1}{2}},$$

et l'on voit que le second membre, étant négatif, a une valeur absolue, évidemment moindre que $\frac{1}{e}$. Cela étant, la relation

$$P\left(-5-\frac{1}{2}\right) = -\frac{\frac{1}{e}+P\left(-4-\frac{1}{2}\right)}{5+\frac{1}{2}}$$

fait voir que $P\left(-5-\frac{1}{2}\right)$ est encore une quantité négative, et, de proche en proche, il est clair qu'on établira qu'il en est de même pour toute valeur de l'entier n. Cela posé, l'expression

$$P(x) = \frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} + \frac{1}{2(x+2)} - \ldots$$

montre que, en faisant successivement

$$x = -(2m+1) - \varepsilon,$$
$$x = -(2m+2) - \varepsilon,$$

où ε est infiniment petit et positif, on obtient pour résultat deux quantités infiniment grandes et positives. Par conséquent, il existe une racine de l'équation $P(x) = 0$, comprise entre $-(2m+1)$ et $-\left(2m+1+\frac{1}{2}\right)$, puis une autre entre les limites $-\left(2m+1+\frac{1}{2}\right)$ et $-(2m+2)$.

» A ce qui vient d'être démontré, j'ajoute la remarque que, en exprimant les racines par les formules

$$x = -(2m+1) - \xi_m,$$
$$x = -(2m+2) + \xi'_m,$$

es quantités ξ_m et ξ'_m, qui sont l'une et l'autre positives, décroissent indé-

finiment quand m augmente. C'est dire que les zéros de la fonction $P(x)$ tendent de plus en plus à se confondre avec les pôles. »

THERMODYNAMIQUE. — *Du cycle des moteurs à gaz tonnant.* Note de M. A. **Witz**, présentée par M. Desains.

« On peut ranger tous les moteurs à gaz, construits jusqu'à ce jour, en quatre groupes distincts :

» 1° Les moteurs à explosion sans compression (Lenoir, Hugon, Kinder et Kinsey, etc.);

» 2° Les moteurs à explosion avec compression (Millon, Otto, Dugald Clerk, etc.);

» 3° Les moteurs à combustion avec compression (Brayton, Simon);

» 4° Les moteurs atmosphériques (Otto et Langen, de Bisschop).

» Dans tous ces types si divers, la série des transformations subies par le mélange tonnant constitue un cycle fermé, car on peut admettre que le fluide revient à son état initial, bien qu'il ait brûlé dans le cylindre; cette combustion entraîne, il est vrai, une modification profonde dans le groupement moléculaire; des combinaisons sont survenues qui ont actualisé l'énergie potentielle du mélange des gaz combustible et comburant : mais la masse du fluide mis en œuvre n'a pas changé : la chaleur spécifique totale n'a subi qu'une variation insensible et la condensation ne dépasse pas 2 pour 100 du volume; on peut donc admettre qu'il ne se produit dans l'explosion ou la combustion qu'une variation de température, de volume et de pression. Dans la détente consécutive, une partie de la chaleur rendue disponible est transformée en travail; le reste est porté au réfrigérant, et le gaz se trouve ramené (aux conditions chimiques près) à son état initial.

» Ce cycle peut donc être soumis au calcul : il présente des formes remarquables, qui sont très simples, lorsque l'on néglige les portions d'égale course qui se correspondent dans la période préliminaire d'aspiration, sous pression constante, et de compression sous même pression, dans la période d'expulsion. Ces lignes qui se superposent sont, en quelque sorte, étrangères au cycle, attendu que la compression restitue intégralement le calorique absorbé dans l'aspiration.

» Le cycle des quatre types est formé d'adiabatiques et de lignes parallèles aux axes des volumes et des pressions. Nous admettrons que l'explosion est instantanée : le gaz est chauffé sous volume constant, sauf dans

les moteurs à combustion, dans lesquels le gaz change de température sous pression constante. Le premier et le second type fournissent un diagramme qui ne correspond à celui d'aucune machine à air chaud; le troisième et le quatrième type reproduisent les cycles d'Ericsson et de Stirling.

» Voici le coefficient économique ρ de chaque type : dans ces formules, t représente la température initiale du mélange, T la température d'explosion ou de combustion, θ la température produite par la compression préalable suivant une adiabatique, t' la température à la fin de la détente, et γ le rapport des chaleurs spécifiques.

Premier type...... $\rho = 1 - \gamma \dfrac{t' - t}{T - t}$

Deuxième type .... $\rho = 1 - \gamma \dfrac{t' - t}{T - \theta}$

Troisième type .... $\rho = 1 - \dfrac{t' - t}{T - \theta} = 1 - \dfrac{t}{\theta}$

Quatrième type..... $\rho = 1 - \dfrac{t' - t''}{T - t} = 1 - \dfrac{t''}{t}$.

» Dans cette dernière formule, t'' est la température à laquelle le réfrigérant abaisse la température des gaz, après qu'ils ont été détendus au-dessous de la pression atmosphérique.

» En discutant ces formules, on constate aisément que, pour le second type, $T - \theta$ est sensiblement égal à $T - t$, tandis que $t' - t$ est moindre que pour le premier type; en effet, dans les moteurs avec compression, $\frac{t'}{t} = \left(\frac{T}{\theta}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$, tandis que nous trouvons pour les moteurs sans compression $\frac{t'}{t} = \left(\frac{T}{t}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$; il en résulte que le rendement de ces moteurs est moindre. La pratique industrielle a depuis longtemps révélé cette infériorité.

» Le coefficient économique du troisième type présente cette particularité d'être indépendant de T; mais le rendement générique diminue à mesure que le travail effectué par la machine augmente, car θ diffère de plus en plus de T. Comparés au deuxième type, ces moteurs paraissent moins avantageux, car $t' - t$ est devenu plus grand; en effet, $\frac{t'}{t} = \frac{T}{\theta}$; par contre, $T - \theta$ a légèrement diminué, par suite même de la différence des deux chaleurs spécifiques à volume constant et à pression constante.

» Pour mieux apprécier la valeur relative de ces trois cycles, il convient de choisir deux valeurs de T et t entre lesquelles s'effectuera la série des

opérations indiquées; prenons $T = 573°$ absolus, $t = 273°$ et admettons que la compression préalable triple la pression. Il vient, pour les trois cas :

$$\rho = 0,11 = 0,32 = 0,27.$$

» Inutile de faire observer que la valeur de T est en réalité bien supérieure à celle qui a été introduite dans le calcul : ces coefficients économiques sont donc minima.

» Le rendement des moteurs atmosphériques serait égal à l'unité si la détente était prolongée à l'infini, mais le travail deviendrait nul. Le travail maximum est obtenu lorsque $t' = t$; alors $t'' = \frac{t^2}{T}$; ce cas n'est réalisable qu'avec l'aide d'un régénérateur, parce qu'il faut renoncer à refroidir le gaz à une température t'' moindre que la température extérieure.

» C'est le cycle réel des moteurs atmosphériques qui diffère le plus des cycles théoriques que je viens d'étudier; les cycles réels des trois premiers types leur sont au contraire conformes. Mais une puissante action de paroi vient influencer les phénomènes et abaisser le rendement : dans une prochaine Communication, j'analyserai les effets du refroidissement sur le jeu des moteurs à gaz et sur leur rendement. »

ACOUSTIQUE. — *Sur la transmission du son par les gaz.* Note de M. **Neyreneuf.**

« Le bec à flamme sensible, dont j'ai déjà fait usage pour déterminer les lois de l'écoulement du son dans les tuyaux (*Comptes rendus*, t. XCV), peut être employé à la détermination de l'intensité des vibrations sonores transmises au travers de milieux gazeux différents. Il est bon, néanmoins, à cause de l'intervalle de temps nécessaire pour substituer dans une enceinte un gaz à un autre, de s'opposer à de trop grandes variations de la température des parois du *bec sec*, par l'adjonction vers la base d'un petit manchon à circulation d'eau froide. Cette modification n'est du reste que favorable à la sensibilité.

» Un tube de fer de 2^m de long et de $0^m,05$ de diamètre traverse la cloison de séparation de deux salles, renfermant l'une la source sonore, l'autre la flamme sensible. Il s'engage par un bout dans la caisse à timbre déjà décrite et débouche par l'autre en face du bec et à son niveau. Deux tubulures disposées aux extrémités permettent l'introduction des gaz dans l'espace cylindrique, où ils se trouvent maintenus au moyen de deux membranes tendues sur les ouvertures. La flamme reste fixe, et l'on déplace,

au moyen de rails, le système du tube et de la caisse, de manière à obtenir, dans les différentes expériences, soit un rabattement complet, soit une insensibilité absolue.

» Les déterminations précises exigent un concours de circonstances rarement réalisé. Aussi, malgré des recherches suivies depuis plus de six mois, j'ai dû me borner jusqu'à présent à l'étude comparative avec l'air de l'oxyde de carbone, du gaz d'éclairage et de l'acide carbonique.

» L'air et l'oxyde de carbone ont un pouvoir de transmission du son sensiblement le même.

» L'air et le gaz d'éclairage donnent des intensités bien inégales, à cause sans doute de la forte proportion d'hydrogène que renferme ce dernier gaz. Je ne donne pas les nombres représentant le rapport des intensités, à cause de variations assez grandes que j'ai constatées et que l'on peut attribuer à des variations dans la composition même des gaz.

» Si l'on compare l'air et l'acide carbonique, on constate aisément que le pouvoir de transmission du dernier milieu est beaucoup plus considérable.

» Le Tableau suivant renferme, pour la mesure des intensités, les résultats qui m'inspirent le plus de confiance. Ils correspondent tous à deux couples d'épreuves successives bien concordantes :

Distance avec l'acide carbonique.	Distance avec l'air.	Rapport.	Distance d'après la loi d'Hauksbee.
mm 179	mm 136	1,31	207
214	157	1,36	240
194	146	1,32	223
159	121	1,31	185
242	187	1,29	285
231	169	1,36	258
194	150	1,29	229
122	93	1,31	141
85	63	1,34	96

» 1,32, moyenne du rapport des distances, ne paraît pas très différent de 1,529; mais il suffit de jeter les yeux sur la quatrième colonne du Tableau pour voir que la loi de Hauksbee n'est pas exacte. Des différences de 28^{mm} amènent dans nos expériences des variations considérables dans les modifications qu'affecte la flamme sensible sous l'influence des vibrations sonores.

» Les nombres du Tableau précédent se rapportent, comme on peut le remarquer, à des flammes plus ou moins sensibles. J'ai eu soin de changer le timbre et de faire varier la nature et la tension des membranes; le rapport des distances n'a pas été altéré. Les deux dernières séries se rapportent à un cas où l'une des ouvertures du tube était fermée avec une vessie, et l'autre avec du papier huilé.

» La moyenne des intensités est 1,7459, qui est très approximativement $(1,529)^{\frac{4}{3}}$. Ce résultat, qui donnerait pour l'hydrogène 0,025, a besoin d'être vérifié et pour d'autres gaz et pour d'autres longueurs. Je me propose de continuer ces recherches, qui me paraissent avoir une grande importance, au point de vue de la théorie dynamique des gaz. »

CHIMIE. — *Sur l'analogie qui existe entre les états allotropiques du phosphore et de l'arsenic.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Note, j'ai signalé ce fait que, chaque fois que l'on isole l'arsenic d'une de ses combinaisons, à une température inférieure à 300°, on obtient un état allotropique de l'arsenic cristallisé des laboratoires, arsenic que j'appellerai *amorphe* pour le distinguer du précédent.

» Cet arsenic amorphe diffère de l'arsenic cristallisé non seulement par sa densité, mais aussi par son point de sublimation.

» Cette différence de propriétés, que je demande à l'Académie la permission de lui signaler pour prendre date, fait ressortir l'analogie étroite qui existe entre les deux états du phosphore et les deux états de l'arsenic.

» Dans les Traités de Chimie, on lit que l'arsenic se sublime à 180°. Cette indication, qu'on trouve dans Thenard, dans Berzelius et dans les auteurs qui les ont suivis, est inexacte. De l'arsenic cristallisé, maintenu pendant plusieurs jours dans un gaz inerte à une température voisine de 360° et pendant huit heures dans le vide, à la température de 360°, ne s'est pas sublimé. L'arsenic cristallisé n'est donc pas volatil au-dessous de 360°.

» L'arsenic amorphe ne se sublime pas davantage à 180°; la sublimation commence dans le vide à 260° et dans un gaz inerte vers 280° à 310°; la sublimation de l'arsenic amorphe est très rapide, mais elle s'arrête au bout de quelques heures. Le résidu n'est plus alors sublimable, même à 360°; sa densité est devenue 5,7; en un mot, l'arsenic amorphe s'est transformé.

» Cette différence entre la température à laquelle se subliment les deux

états de l'arsenic est très nette, et peut être facilement montrée dans un Cours.

» Ces expériences établissent encore que l'arsenic amorphe se transforme déjà au-dessous de 360°, vers 310°, pourvu que l'action de la chaleur soit suffisamment prolongée. Enfin, elles montrent que l'arsenic amorphe se rapproche du phosphore blanc, tandis que l'arsenic cristallisé se rapproche du phosphore rouge.

» Le phosphore rouge cristallise en effet, et ses cristaux sont isomorphes avec ceux de l'arsenic.

» La densité du phosphore rouge est plus élevée que celle du phosphore blanc, comme celle de l'arsenic cristallisé est plus élevée que celle de l'arsenic amorphe.

» Le phosphore blanc, comme l'arsenic amorphe, se sublime à une température inférieure à celle à laquelle il se transforme.

» Le phosphore rouge, comme l'arsenic cristallisé, n'est pas sublimable à cette température.

» Enfin, la vapeur émise par le phosphore rouge donne du phosphore blanc lorsqu'on la refroidit au-dessous de la température à laquelle a lieu la transformation, comme la vapeur de l'arsenic cristallisé donne de l'arsenic amorphe au-dessous de 300°.

» La tension de transformation que MM. Troost et Hautefeuille ont déterminée pour le phosphore, dans un remarquable travail, paraît très difficile, sinon impossible à déterminer pour l'arsenic, à cause de la faible tension de vapeur de ce corps à une température très voisine de celle à laquelle il commence à se transformer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherche sur les dérivés métalliques des amides. Moyen de distinguer une monoamide d'une diamide.* Note de M. **H. Gal**, présentée par M. Friedel.

« I. Dans une précédente Note (1), j'ai montré que, par l'action réciproque du zinc-éthyle et d'une amine non saturée, il se produisait un dégagement d'hydrure d'éthyle, tandis que le zinc prenait la place de l'hydrogène dans l'amine employée. Avec les amides on arrive à des résultats tout à fait semblables, comme je vais le faire voir.

» 1° *Action du zinc-éthyle sur les amides de la série grasse.* — Les amides

(1) *Comptes rendus*, 26 février 1883.

mises en expérience sont l'acétamide et la butyramide. En laissant tomber l'une ou l'autre de ces substances dans une dissolution éthérée de zincéthyle, il s'établit une réaction, même à la température ordinaire; il se dégage d'une manière régulière un gaz inflammable (hydrure d'éthyle) et il reste une poudre insoluble dans l'éther, qui est la zinco-acétamide ou la zinco-butyramide, suivant l'amide employée. Ces deux dérivés métalliques, mis en présence de l'eau, sont décomposés; l'amide est régénérée, tandis qu'il se produit de l'oxyde de zinc.

» 2° *Action du zinc-éthyle sur les amides aromatiques.* — Je n'ai mis en expérience que la benzamide. J'ai pu constater qu'elle se comportait exactement comme les amides précédentes.

» 3° *Action du zinc-éthyle sur les diamides.* — Pour compléter ces recherches, il restait à examiner l'action du zinc-éthyle sur quelques diamides. J'ai employé la carbamide et l'oxamide.

» Avec l'urée, le zinc-éthyle réagit même à froid; on observe un dégagement abondant de zinc-éthyle et il se produit le composé CO, Az^2H^2Zn, que nous désignerons sous le nom d'*urée zincique* et qui doit être rapprochée de l'urée argentique obtenue par Liebig et dont la constitution a été établie par Mulder.

» L'oxamide est sans action sur le zinc-éthyle à la température ordinaire; il faut faire intervenir la chaleur pour déterminer un dégagement d'hydrure d'éthyle et la production du dérivé métallique $C^2O^4Az^2H^2Zn$.

» Ces composés formés par les diamides sont également détruits par l'eau.

» II. De ce qui précède, il résulte que, lorsqu'on fait agir le zinc-éthyle sur une monoamide non saturée, il se produit un dérivé métallique représenté par la formule

$$2(\text{amide}) - H^2 + Zn.$$

» Ce composé, au contact de l'eau, se dédouble de la manière suivante :

$$[2(\text{amide}) - H^2 + Zn] + 2H^2O = Zn, H^2O^2 + 2(\text{amide}).$$

» Avec les diamides le corps produit est tout différent; sa formation peut être représentée ainsi :

$$\text{amide} - H^2 + Zn.$$

» L'action de l'eau sur ce produit s'effectue d'après l'équation

$$(\text{amide} - H^2 + Zn) + 2H^2O = Zn\,H^2O^2 + \text{amide}.$$

» On voit donc que l'action du zinc-éthyle sur les amides est bien différente, suivant que l'on fait intervenir une monoamide ou une diamide. Dans le premier cas, deux molécules du composé interviennent, tandis qu'il n'y en a qu'une dans le second. On conçoit qu'en faisant réagir le zinc-éthyle sur des substances de constitution mal connue, mais pouvant être rattachées aux amides, on pourra, suivant les résultats obtenus, déterminer la classe dans laquelle il convient de les ranger. »

CHIMIE. — *Sur un procédé de durcissement des pierres calcaires tendres au moyen des fluosilicates à base d'oxydes insolubles.* Note de M. L. **Kessler**.

« L'emploi qu'on a fait jusqu'ici des silicates alcalins pour obtenir le durcissement des pierres calcaires est loin d'être satisfaisant : il a pour effet de laisser la pierre imprégnée de sels solubles qui n'en sortent plus jamais, même par une longue exposition à la pluie.

» Ces sels, potasse ou soude, poussent à la salpétration, dont ils présentent déjà du reste les principaux inconvénients.

» Ils favorisent, en outre, la production des mousses et autres végétations, pour lesquelles la potasse est un engrais.

» On a cherché vainement à parer à ces vices par un badigeonnage terminal à l'acide hydrofluosilicique, dans le but d'insolubiliser la potasse du silicate de potasse employé; mais, outre la difficulté de précipiter un sel par un autre dans l'intérieur d'une pierre, ce qui exige des conditions de mélanges exacts et de proportions définies impossibles à réaliser, la réaction invoquée manquait son but, puisque le fluosilicate alcalin formé, ainsi que je l'ai fait voir autrefois, se trouve lui-même décomposé par le carbonate de chaux en acide carbonique, fluorure de calcium, acide silicique et carbonate de potasse, en sorte que le résultat final est le même.

» Un autre inconvénient plus grand des silicates alcalins consiste dans ce qu'ils forment par l'évaporation un vernis imperméable sur les corps au moment où ceux-ci cessent de les absorber.

» Il en résulte que, lorsqu'on les applique sur une pierre, soit saturée de leur dissolution, soit saturée d'eau, soit en trop grande quantité à la fois, ils s'y dessèchent avant d'être décomposés et la recouvrent de ce vernis. Si la gelée survient, l'eau emprisonnée dans la pierre s'accumule en glaçons sous le vernis et le fait éclater avec la couche de pierre adhérente. Il ne faut donc pas s'étonner si l'usage des silicates alcalins ne s'est pas répandu.

» Un bon procédé de durcissement ne doit laisser dans la pierre que des matériaux insolubles et durcissants; surtout il ne doit pas exposer la pierre à s'effriter par la gelée.

» C'est ce résultat que j'ai poursuivi et obtenu par l'intervention des fluosilicates solubles, dont les oxydes ou les carbonates sont insolubles à l'état libre.

» Quand on imprègne un calcaire tendre avec la solution concentrée d'un fluosilicate de magnésium, d'aluminium, de zinc ou de plomb, on arrive en quelques couches à un durcissement très grand, et il n'y reste plus rien de soluble. Il ne se produit en effet, à côté de l'acide carbonique dégagé, que du spath fluor, de la silice, de l'oxyde d'aluminium, des carbonates, soit de zinc, soit de plomb ou de fluorure de magnésium, tous plus insolubles que le calcaire lui-même.

» Aucun vernis imperméable ne peut se former, et par suite la pierre n'est pas exposée à l'érosion par la gelée.

» La silicatation par ces nouveaux agents ne revient guère plus cher que par les silicates. Le procédé a parfaitement supporté l'épreuve de l'hiver.

» Il a même offert des ressources inattendues. Il ne suffit pas toujours de durcir un calcaire tendre, il est utile dans bien des cas de lui donner aussi l'aspect et le poli du calcaire dur, ne fût-ce que pour éviter que la poussière et la suie n'en noircissent la rugueuse surface.

» Or, pour lisser et polir le calcaire le plus grossier d'aspect, il suffit de l'enduire avec une pâte formée d'eau et de poussière de la même pierre, puis, après dessiccation, de l'imprégner du fluosilicate destiné au durcissement.

» Il ne se forme ainsi qu'un seul tout homogène et à grains fins, parce que la pâte imprégnée devient elle-même aussi dure que la pierre.

» Il convient toutefois de prendre quelques précautions fort simples pour empêcher le soulèvement de la poussière rapportée par l'acide carbonique dégagé au commencement de l'opération.

» Le tour de main consiste à débuter par des liqueurs très étendues sur une surface suffisamment asséchée.

» En mêlant à la pâte employée un corps coloré insoluble, on produit une sorte de moucheté ou de dessin qui, pour certaines pierres à coquilles, ne manque pas d'intérêt décoratif.

» Enfin, en employant des fluosilicates colorés, comme ceux de cuivre, de chrome, de fer, etc., la pierre se colore dans sa profondeur, par suite de la formation de composés insolubles.

» Il se fait ordinairement entre ses diverses parties une sorte de sélection qui en révèle l'anatomie intime sous forme de dessins d'un effet souvent très artistique.

» En combinant ces divers moyens, on obtient très économiquement des espèces de marbres ou de pierres ornementales. En résumé, le nouveau procédé permet :

» 1° De durcir fortement les calcaires les plus tendres;

» 2° De les imperméabiliser;

» 3° De les polir et de les lisser, en bouchant toutes leurs cavités superficielles;

» 4° De les colorer profondément, avec des effets très variés dus à leur structure ou à leur mode de remplissage, toujours sans y laisser aucun corps soluble et sans pouvoir les exposer à l'effritement superficiel par la gelée. »

GÉOLOGIE. — *Sur un moyen de prévoir les dégagements de grisou.* Note de M. **B. de Chancourtois.**

« Il est naturel de penser que les dégagements qui occasionnent des séries de coups de grisou, se succédant comme des feux de file dans des localités souvent d'ailleurs assez éloignées, résultent de petites crises qui ne peuvent manquer de se produire dans le jeu de l'écorce terrestre, tendant continuellement à perdre de son étendue, et auxquelles on doit aussi rattacher les séries de tremblements de terre.

» J'ai cette idée depuis longtemps, car je me souviens en avoir parlé à M. Combes à l'occasion d'une suite de graves accidents, qui, d'après ce souvenir, remontent à plus de dix ans.

» Mais, à cette époque, l'idée en crédit et que M. Combes m'opposa immédiatement était celle de l'influence des dépressions barométriques, influence qui, je dois le dire en passant, quoique maintenant en défaveur, n'en constitue pas moins, à mon avis, un facteur dont on ne doit pas négliger la considération.

» Je ne voyais d'ailleurs dans l'observation méthodique des coups de grisou qu'un moyen de rattacher les crises de l'écorce aux fractures que décèlent à la surface du sol diverses sortes de faits géologiques ou simplement oro-hydrographiques, et la détermination de ces rapports était seulement un objet à joindre à ceux en vue desquels je continue à poursuivre le développement de la Cartographie en projection gnomonique, où les

traces des plans diamétraux qu'adoptent principalement les fractures sont représentées par des lignes droites.

» Les perfectionnements des observations sismographiques principalement poursuivis en Italie, dont j'ai eu l'occasion d'apprécier déjà tout l'intérêt en 1881, lors du Congrès de Géologie tenu à Bologne, et l'extrême sûreté des procédés que M. Bouquet de la Grye emploie pour étudier les petits mouvements de l'écorce terrestre, m'ont fait entrevoir la possibilité de tirer de ce genre d'observations un moyen pratique de prévoir, dans une certaine mesure, les dégagements de grisou. Les accidents désastreux qui se sont produits, en série, dans ces derniers temps, me déterminent à ne pas tarder plus longtemps à appeler l'attention sur cette possibilité.

» Je pense que des appareils sismographiques installés à portée des exploitations houillères, annonçant les recrudescences d'activité dans ces mouvements intérieurs des terrains, pourraient fournir des avertissements d'après lesquels on redoublerait de surveillance et de précautions, et ce premier pas serait sans doute suivi de pas plus importants dans la voie de la prévision.

» Assurément il peut se passer longtemps avant que la corrélation des mouvements de l'écorce et des dégagements de grisou soit établie d'une manière tout à fait satisfaisante, mais ce n'est là qu'une raison de plus pour ne pas différer l'entreprise des études.

» La rapidité avec laquelle les observations météorologiques ont conduit à des prévisions précieuses concernant les mouvements de l'atmosphère peut d'ailleurs faire espérer que des observations, qui en seraient pour ainsi dire la contre-partie et pourraient être facilement multipliées dans les mêmes observatoires, arriveraient assez promptement à donner des résultats utiles. »

ANATOMIE. — *Nouvelles recherches histologiques sur la terminaison des conduits biliaires dans les lobules du foie* [1]. Note de M. **Kanellis**.

« Comme on le sait, la terminaison des conduits biliaires dans les lobules du foie se fait par un réseau très fin dont les mailles entourent les cellules hépatiques (Irminger, Frey, Kölliker). Par des injections au nitrate d'argent faites sur des foies de lapins, nous avons reconnu sur les derniers canalicules, qui ont $\frac{3}{1000}$ de millimètre de diamètre, un épithélium aplati,

[1] *Travail du Laboratoire d'Anatomie comparée.*

mince et pavimenteux, tandis que les conduits plus gros sont pourvus d'un épithélium prismatique. Nous établissons sur cette observation la distinction de deux fonctions glycogénique et biliaire; l'épithélium du réseau intra-lobulaire sécréterait la bile, et les cellules du foie formeraient la matière glycogène. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la structure du système nerveux des Hirudinées.* Note de M. SAINT-LOUP, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai entrepris, au laboratoire de Malacologie du Muséum, des recherches sur l'anatomie comparée des Hirudinées, et mes premières observations m'ont révélé, relativement au système nerveux de ces animaux, la généralité d'une disposition de structure qui avait été regardée jusqu'ici comme exclusive à un seul type, celui de la Clepsine.

» J'ai étudié d'abord les Néphélis, où la transparence des tissus facilite l'observation. Les ganglions de la chaîne présentent à la face ventrale six capsules nettement distinctes et isolables du reste de la masse nerveuse. Ces capsules renferment des cellules nerveuses unipolaires, de dimensions variées et dont l'extrémité effilée se dirige vers le centre du ganglion. Deux de ces capsules sont médianes et placées suivant l'axe de la chaîne nerveuse, les quatre autres sont symétriquement disposées de chaque côté des premières.

» Cette disposition concorde exactement avec ce que Baudelot avait observé chez la Clepsine en 1865; mais ses observations ne s'étaient pas étendues à d'autres Hirudinées, ou du moins n'avaient pas été faites d'une manière suffisante. « Les quatre capsules latérales, dit Baudelot, semblent » correspondre aux amas de cellules unipolaires qu'on observe autour » des ganglions de la sangsue médicinale; quant aux deux autres, il me » serait difficile d'établir à leur égard aucune comparaison suffisamment » motivée. »

» La comparaison devient facile avec ce qui s'observe chez la Néphélis : les deux capsules médianes correspondent exactement à leurs homologues chez la Clepsine; l'analogie ne peut être contestée.

» Chez l'Aulastome, où j'ai examiné, tant à l'état frais qu'à l'aide des réactifs chimiques, les ganglions de la chaîne nerveuse, j'ai retrouvé les six capsules semblablement placées et ne présentant avec celles des Néphélis que des différences de forme résultant de leur pression les unes contre les autres. Les capsules médianes, en effet, deviennent plus grandes relative-

ment aux autres : l'une se termine en pointe vers l'extrémité céphalique de la chaîne, l'autre s'élargit au contraire dans le sens transversal.

» L'histologie des centres nerveux de la sangsue médicinale a été faite par Faivre, dans un travail publié en 1856. Ce naturaliste a bien aperçu, à la face inférieure des ganglions, des cloisons de séparation entre des groupes de cellules nerveuses, mais il n'a entrevu que vaguement la signification de ce groupement. En réalité, les capsules existent comme chez les autres Hirudinées dont j'ai parlé, et leurs positions respectives sont exactement comparables à ce qui existe chez l'Aulastome.

» J'ai constaté aussi chez toutes ces Hirudinées la présence du nerf intermédiaire, ou médian impair, signalé par Brandt chez la sangsue médicinale et que Baudelot n'a pas vu chez la Clepsine.

» Les analogies de structure s'étendent encore aux systèmes particuliers de ganglions qui constituent le cerveau, la masse sous-œsophagienne et la masse caudale.

» Chez les différents types, en effet, ces trois portions de la chaîne sont constituées par une partie fibreuse et des capsules identiques à celle des ganglions et renfermant comme elles des cellules nerveuses unipolaires. Ces capsules sont rangées partout d'une façon analogue et les différences portent surtout sur leur nombre. Baudelot, en comptant chez les Clepsines les capsules de la masse sous-œsophagienne, conclut qu'elle se compose d'au moins quatre ganglions, confondus par suite du raccourcissement de leurs connectifs. La masse nerveuse caudale serait formée de la fusion de sept ganglions ; le cerveau en comprendrait deux.

» J'espère, par des observations ultérieures, vérifier de quelle façon ces conclusions s'étendent aux différents types du groupe et publier, dans un travail d'ensemble, les résultats que l'Anatomie comparée et l'étude du développement doivent donner, au point de vue de la morphologie du système nerveux des Hirudinées. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'incubation des œufs d'une poule atteinte du choléra des poules.* Note de M. A. **Barthélemy**.

« Dans une ferme du Gers, très éprouvée l'an dernier par le choléra des poules et la maladie du porc, une poule a présenté cette année, vers la fin de février, les symptômes de la maladie. Après des alternatives de retour à la santé et des rechutes, elle a succombé après avoir pondu quatorze œufs. J'ai soumis à l'incubation ces œufs, qui avaient été recueillis avec soin et

qui ont été marqués pour les distinguer des œufs normaux qui complétaient la couvée.

» Observés concurremment, les deux sortes d'œufs n'ont d'abord montré aucune différence sensible dans le développement embryonnaire, tant qu'a duré la circulation vitelline.

» Des différences notables ne se sont manifestées que lorsque la circulation de l'allantoïde a commencé à se produire, entre le huitième et le dixième jour : le développement s'est arrêté et aucun œuf n'est arrivé à éclosion. En ouvrant, à partir de ce moment, les œufs avec les précautions habituelles, on trouve, sous la coquille et à la surface de l'allantoïde, un véritable lac sanguin d'un sang noir et répandant l'odeur spéciale du sang des poules mortes de la maladie. Pendant longtemps encore l'artère ombilicale présente des pulsations très lentes, qui prouvent que la vie met longtemps à s'éteindre dans l'embryon.

» Quant à celui-ci, on le trouve noyé au fond de la poche amniotique, gorgée d'une très grande quantité de liquide, tandis que toute l'albumine a complètement disparu.

» Le sang est rempli de bactéries, tandis que le liquide amniotique contient des monades d'une extrême petitesse.

» Il est évident que l'œuf contenait les germes des microbes dont les liquides de la mère étaient gorgés, et que ces germes ne se sont développés qu'avec la respiration aérienne, lorsque l'allantoïde a donné au liquide sanguin l'oxygène nécessaire au développement des bactéries.

» Il est intéressant de remarquer que ce n'est aussi qu'à ce moment que l'embryon présente réellement les caractères de l'oiseau.

» J'ai fait avaler à trois poules des débris de ces embryons, et deux ont déjà succombé.

» Il est vrai que la maladie règne encore dans la ferme et que d'autres poules sont atteintes. »

MÉDECINE. — *Comparaison entre les bacilles de la tuberculose et ceux de la lèpre (éléphantiasis des Grecs).* Note de M. **Babes**, présentée par M. Vulpian [1].

« Dans une précédente Communication, j'ai montré les différences qui existent entre les bacilles de la tuberculose et ceux de la lèpre, au point de vue de leur réaction vis-à-vis de quelques agents chimiques.

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine.

» Aujourd'hui j'aurai en vue les différences qu'ils présentent au point de vue de leur forme et de leur siège.

» 1° En examinant les productions jeunes de la tuberculose et de la lèpre tuberculeuse, au point de vue de la dimension des bacilles, on trouve les mesures suivantes (par ordre de fréquence). Pour le bacille de la tuberculose, longueur : $3^{\mu}, 7$; 3; 2, 4; 4, 8; 2; épaisseur : $0^{\mu}, 4$; 0, 6; 0, 34; 0,7; 0,3. Pour le bacille de la lèpre, longueur : 4^{μ}; 2, 94; 5, 6; 3; épaisseur : 0^{μ},4; 0, 5; 0, 32; 0, 45.

» Au point de vue de la forme, il existe des différences plus notables. Le bacille de la lèpre est plus rigide, rectiligne, quelquefois articulé, tandis que celui de la tuberculose présente des lignes ondulées ou des courbes. Les extrémités du bacille de la lèpre montrent fréquemment des épaississements arrondis, comme des spores; ceux de la tuberculose ne présentent pas ou n'offrent que rarement ces renflements terminaux. Ces derniers présentent quelquefois des renflements suivant leur longueur.

» 2° Tous deux se trouvent d'abord dans les cellules du tissu conjonctif; les grandes cellules de la lèpre renfermant les bactéries sont surtout les cellules plasmatiques, les *Mastzallen* d'Ehrlich et les cellules fixes; celles qui renferment les bactéries de la tuberculose sont surtout les cellules qui limitent les radicules lymphatiques et les leucocytes migrateurs.

» Dans les cellules arrondies, les bactéries de la lèpre sont, à la périphérie, souvent en disposition radiée; dans les éléments fusiformes, elles sont parallèles à l'axe de la cellule.

Les bacilles de la tuberculose forment des groupes irréguliers, ou bien ils sont disposés comme les doigts de la main, et parfois ils sont entrelacés dans le protoplasma; réunis en plus grande masse en dehors des cellules, ils décrivent des arabesques ou des touffes. Quand les bacilles de la lèpre sont réunis en masse, ils forment des blocs compacts, qui se substituent totalement au protoplasma des cellules, ou bien ils se montrent à leur périphérie, en constituant une sorte de bague solide.

» 3° Les deux espèces de bactéries peuvent traverser les revêtements épithéliaux, comme je l'ai déjà indiqué (Note présentée à la Société de Biologie le 21 avril 1883), celle de la tuberculose plus facilement que celle de la lèpre.

» La bactérie de la tuberculose se propage surtout par les voies lymphatiques le long des vaisseaux, celle de la lèpre montre une certaine prédilection à se propager le long des tendons et des tubes nerveux. Plus tard les deux bacilles pénètrent dans les canaux glandulaires et dans les vaisseaux sanguins oblitérés.

» Sur trois cas de lèpre anesthésique que j'ai eu l'occasion d'examiner, je n'ai trouvé que dans un cas des bacilles. Ceux-ci étaient libres ou bien dans l'intérieur des cellules fixes des tendons enflammés, appartenant à un doigt mortifié. Ces bacilles présentent les plus petites des dimensions que j'ai indiquées.

» 4° Dans les tissus scléreux on trouve des amas enkystés de bacilles, qu'il s'agisse de la tuberculose ou de la lèpre.

» Ils subissent les modifications suivantes : les bacilles de la tuberculose deviennent plus granuleux; ils s'accolent les uns aux autres, se réunissent en faisceaux parallèles; dans ces amas il est difficile de reconnaître les bâtonnets, mais on peut distinguer des grains bien colorés, ronds ou cubiques, se rapprochant de l'apparence des sarcines. Les amas des bacilles de la lèpre déjà anciens, surtout ceux qu'on trouve dans les vaisseaux oblitérés, montrent des filaments englobés, à peine visibles, dans lesquels on peut distinguer un grand nombre de très courts bâtonnets caractéristiques. Les masses ramollies, caséeuses ou presque pétrifiées, de la lèpre sont constituées par de grandes agglomérations de bacilles qui ont conservé quelquefois la forme des cellules. Le plus souvent elles sont confondues en une masse homogène et granulée, présentant des cassures qui divisent la substance en fragments, dans lesquels il est difficile de trouver la trace des microbes.

» 5° Dans les nodules de la tuberculose et de la lèpre, on trouve souvent des petits éléments ronds qui se colorent par la même méthode que les bacilles. Ces éléments ont un diamètre qui varie depuis $0^{\mu},5$ à $1,5$; ils offrent l'aspect de petits grains brillants, formant de petits groupes ou des chapelets. J'en ai trouvé dans certaines cultures et dans les produits tuberculeux consécutifs à l'inoculation, surtout à celle de ces cultures. Je les ai rencontrés aussi dans un cas de lèpre de la peau, dans un autre du testicule, dans deux cas de tuberculose des méninges, dans les parois des vaisseaux, dans des tubercules miliaires, dans deux cas de tuberculose pharyngée, dans des cellules géantes d'une péricardite tuberculeuse, enfin dans le coagulum de vaisseaux traversant des foyers tuberculeux ou lépreux.

» 6° D'après la même méthode se colorent aussi les coccidium, qui forment quelquefois des amas semblables aux produits de la tuberculose; les grains ronds, les bâtonnets et les éléments en forme d'haltères, qui jouent un rôle dans le développement et qui sont situés à l'intérieur ou en dehors des coccidium, fournissent quelquefois la même apparence que les grains

que nous signalons dans la lèpre et la tuberculose. Outre ces éléments on trouve dans certains cas, surtout chez le lapin, des globules rouges ou des grains, qui semblent être le produit de la dégénérescence de ces globules, qui se colorent d'après la méthode d'Ehrlich. Les poils, certaines cellules du *stratum corneum* et des différents tissus devenus cornés, ou qui sont atteints d'une espèce de dégénérescence hyaline, montrent la même réaction.

» 7° Le bacille de la tuberculose se développe plus rapidement dans les tissus que celui de la lèpre; son élimination hors de l'organisme est plus facile, parce qu'il se trouve en partie dans les cellules migratrices, que le produit tuberculeux se détruit plus vite que celui de la lèpre et qu'il est souvent situé dans des tissus d'où son rejet à l'extérieur est plus aisé; enfin parce que la destruction d'un nodule tuberculeux sert à l'élimination des bactéries. En effet, nous trouvons dans les produits tuberculeux beaucoup moins de bacilles que dans ceux de la lèpre. Mais il faut noter que, même dans les produits tuberculeux, d'où leur élimination à l'extérieur n'est pas probable, les bacilles de la tuberculose sont relativement peu nombreux. Quand les bactéries de la lèpre tuberculeuse et de la tuberculose expérimentale (Note présentée à la Société anatomique le 27 janvier 1883) suffisent par leur nombre immense pour expliquer mécaniquement les symptômes de cette maladie, la présence et la propagation des bacilles de la tuberculose dans les tissus chez l'homme ne suffisent pas toujours pour rendre compte des symptômes et de l'anatomie pathologique. Aussi, malgré les recherches ingénieuses de Koch et l'analogie des bacilles des deux maladies, il faut admettre un autre facteur, qui concourt chez l'homme à la formation des produits tuberculeux. »

M. A. Commen transmet à l'Académie une photographie négative de la grosse nébuleuse d'Orion. (Extrait.)

« Cette photographie a été prise avec mon réflecteur équatorial à miroir argenté de 3 pieds d'ouverture. Elle a été obtenue le 30 janvier 1883, avec une durée d'exposition de trente-neuf minutes. Je me suis servi de plaques sèches au gélatino-bromure. »

M. Delaurier adresse une Note portant pour titre : « Nouvelle théorie de la cause de la production de l'électricité dans les piles hydro et thermo-électriques ».

M. L. Matthey-Martin adresse une Note intitulée : « Observations et faits concernant la recherche des sources au moyen de l'électricité ».

M. J. Hyver adresse un Mémoire « Sur les causes de la configuration générale du globe ».

M. A. Ardisson adresse à l'Académie la description et le dessin d'un « nouveau propulseur aérien ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie présente, par l'organe de son Doyen, M. Gosselin, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite du décès de M. *Sédillot*.

En première ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique :*
M. **Brown-Séquard.**
M. **Richet.**

En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique :*
M. **Alphonse Guérin.**
M. **Jules Guérin.**
M. **Sappey.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures trois quarts.

D.

ERRATA.

(Séance du 9 avril 1883.)

Page 1041, ligne 15, *au lieu de* $+ 42°55'$, *lisez* $- 42°55'$.

Séance du 16 avril 1883.

Page 1124, ligne 22, *au lieu de* (n° 543), *lisez* (n° 453).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MAI 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles méthodes pour la détermination de la position relative de l'équateur instrumental par rapport à l'équateur réel et des déclinaisons absolues des étoiles et de la latitude absolue;* par M. Lœwy.

« J'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie, dans les séances des 16 et 23 avril dernier, des méthodes nouvelles permettant de mesurer avec exactitude l'inclinaison de l'axe instrumental au-dessus de l'équateur, et d'arriver ainsi, dans chaque série, à la connaissance des ascensions droites absolues des étoiles polaires. J'ai, en outre, énuméré toute la série des difficultés que l'on rencontre dans l'emploi de l'ancienne méthode pour atteindre ce but. Dans la recherche des déclinaisons absolues, le procédé utilisé jusqu'ici se base, comme pour les ascensions droites, sur la combinaison des observations obtenues aux passages supérieur et inférieur des astres. Il est dès lors facile de comprendre qu'on se heurte aux mêmes obstacles; mais il existe en outre, dans cette recherche, une source d'erreurs systématiques que l'on n'a pas à craindre dans celle des ascensions droites.

» Il faut ici, pour conclure les déclinaisons absolues, tenir compte de la réfraction, et, les observations étant effectuées alternativement le jour et la nuit, les conditions de température ne sont pas seulement entièrement changées, mais suivent une loi qui dépend naturellement des saisons. L'évaluation des deux réfractions de jour et de nuit peut ainsi donner lieu à une inégalité systématique dépendant précisément des saisons, et cette cause d'erreur est surtout à redouter lorsque les observations sont faites près du Soleil, vers le midi.

» Bien que les imperfections que présente l'ancienne méthode soient déjà mentionnées dans une précédente Communication, il convient d'insister sur les trois points principaux qui rendent difficile l'usage de la méthode ordinaire : 1° d'abord, à l'inconvénient de ne pouvoir déterminer qu'un nombre restreint de déclinaisons absolues d'étoiles polaires, s'ajoute la difficulté de recueillir une quantité suffisante d'observations nécessaires pour conclure leur position; 2° il est impossible de déterminer dans chaque soirée ni les déclinaisons absolues des étoiles polaires, ni celles des autres étoiles fondamentales; 3° il y a des causes d'erreurs systématiques à craindre, résultant de la comparaison des observations du jour avec celles du soir.

» J'ai l'honneur d'exposer une méthode qui permet de trouver à chaque instant la position relative de la ligne polaire instrumentale par rapport à l'axe du monde.

» Comme je viens de l'indiquer, on était obligé de se borner à l'étude de quelques étoiles polaires pour en conclure, au moyen des passages supérieurs et inférieurs, la position en déclinaison. Pouvant, grâce à la nouvelle méthode, déterminer la position absolue de l'équateur instrumental par rapport à l'équateur réel, il est facile, dans chaque soirée, d'obtenir cette coordonnée pour autant d'étoiles qu'on le voudra. La nouvelle méthode est analogue à celle qui a été donnée pour les ascensions droites; elle est fondée sur l'observation des étoiles qui se trouvent dans le voisinage du pôle et sur les variations que subissent les rapports des coordonnées par la désorientation de l'instrument; l'analyse des formules a démontré que l'on peut, par l'observation, déterminer au moyen de deux méthodes l'élément cherché; mais, dans le cas donné, la première méthode seule est véritablement applicable, et elle réunit toutes les conditions théoriques et pratiques exigées pour la solution complète du problème. Voici maintenant le théorème fourni par l'analyse, sur lequel repose cette première méthode :

» *Lorsque le chemin parcouru par l'astre en distance polaire apparente est égal à la distance de l'astre par rapport au plan instrumental, on peut déterminer avec précision l'angle que fait l'axe du monde avec la ligne des pôles de l'instrument par la variation qui se manifeste entre la distance polaire apparente et la distance par rapport au plan instrumental.*

» Cette condition se trouve réalisée $1^h 46^m$ avant et après le passage de l'astre par le premier cercle horaire, car dans cet intervalle le chemin parcouru par la polaire est à peu de chose près égal à sa distance par rapport au plan instrumental.

» Si nous désignons respectivement par τ' et τ'' l'angle horaire de la première et de la seconde observation, par P' et P'' la distance polaire instrumentale correspondante, par Δ' et Δ'' les distances au plan instrumental mesurées par la vis en ascension droite, par $90 + m$ l'angle horaire de l'axe instrumental et par n sa déclinaison au-dessus de l'équateur, par λ la distance polaire vraie du pôle instrumental, par P la véritable distance polaire de l'astre, par I l'inclinaison du fil mobile horizontal, par i l'inclinaison du fil vertical, on aura les expressions suivantes en considérant le triangle formé par le pôle, la position occupée dans l'espace par l'astre au moment de l'observation et le point où l'axe instrumental coupe la sphère céleste :

$$(a)\quad \cos P = -\sin n \sin(\Delta' + y') + \cos n \cos(\Delta' + y') \cos(P' - x' + \lambda),$$
$$(a')\quad \cos P = -\sin n \sin(\Delta'' + y'') + \cos n \cos(\Delta'' + y'') \cos(P'' - x'' + \lambda);$$
$$(b)\quad \cos(\tau' - m) \sin P = \sin(P' - x' + \lambda) \cos(\Delta' + y'),$$
$$(b')\quad \cos(\tau'' - m) \sin P = \sin(P'' - x'' + \lambda) \cos(\Delta'' + y'');$$
$$(c)\quad \sin(\tau' - m) \sin P = \cos n \sin(\Delta' + y') + \sin n \cos(P' - x' + \lambda),$$
$$(c')\quad \sin(\tau'' - m) \sin P = \cos n \sin(\Delta'' + y'') + \sin n \cos(P'' - x'' + \lambda);$$
$$\sin x' = \sin\Delta' \sin I, \quad \sin x'' = \sin\Delta'' \sin I,$$
$$\sin y' = \sin(P' + \lambda) \sin i, \quad \sin y'' = \sin(P'' + \lambda) \sin i;$$

en regardant I comme une quantité positive lorsque la partie orientale du fil est la plus élevée, et i également positif lorsque la partie la plus élevée se trouve à l'ouest, la lunette étant dirigée vers le Nord.

» Par la combinaison de a avec a' on obtient

$$\tang n[\sin(\Delta'' + y'') - \sin(\Delta' + y')] \\ = \cos(\Delta'' + y'') \cos(P'' - x'' + \lambda) - \cos(\Delta' + y') \cos(P' - x + \lambda).$$

» En différentiant par rapport à x et y et en négligeant les termes qui

dépendent du carré de x et y ou de leur produit, on a

$$\begin{aligned}
&\tang n(\sin\Delta'' - \sin\Delta' + \cos\Delta''\sin y'' - \cos\Delta'\sin y')\\
&\quad = \cos\Delta''\cos(P''+\lambda) - \cos\Delta'\cos(P'+\lambda) - \sin\Delta''\sin y''\cos(P''+\lambda)\\
&\qquad + \sin\Delta'\sin y'\cos(P'+\lambda) + \cos\Delta''\cos(P''+\lambda)\sin x''\\
&\qquad - \cos\Delta\sin(P'+\lambda)\sin x;
\end{aligned}$$

on peut aussi écrire, pour le facteur de $\tang n$,

$$\begin{aligned}
&2\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\\
&\quad -\sin i\left(2\sin\frac{P''+P'}{2}\cos\frac{P''-P'}{2}\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\right.\\
&\qquad\left. -2\cos\frac{P''+P'}{2}\sin\frac{P''-P'}{2}\cos\frac{\Delta'+\Delta''}{2}\cos\frac{\Delta'+\Delta''}{2}\right),
\end{aligned}$$

et chacun des autres termes peut être remplacé par les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned}
&\cos\Delta''\cos(P''+\lambda) - \cos\Delta'\cos(P'+\lambda)\\
&\quad = 2\sin\lambda\left(\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\sin\frac{P'-P''}{2}\cos\frac{P'+P''}{2}\right.\\
&\qquad\qquad\left. +\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\frac{P'-P''}{2}\sin\frac{P'+P''}{2}\right)\\
&\qquad + 2\cos\lambda\left(\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\sin\frac{P'-P''}{2}\sin\frac{P'+P''}{2}\right.\\
&\qquad\qquad\left. -\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\frac{P'-P''}{2}\cos\frac{P'+P''}{2}\right)\\
&\qquad - \sin\Delta''\sin y''\cos(P''+\lambda) + \sin\Delta'\sin y'\cos(P'+\lambda)\\
&\quad = -\sin i\cos 2\lambda\left[\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\sin(P''-P')\cos(P''+P')\right.\\
&\qquad\qquad\left. +\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos(P''-P')\sin(P''+P')\right]\\
&\qquad + \sin i\sin 2\lambda\left[\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\sin(P''-P')\sin(P''+P')\right.\\
&\qquad\qquad\left. -\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos(P''-P')\cos(P''+P')\right]\\
&\qquad + \cos\Delta''\sin(P''+\lambda)\sin x'' - \cos\Delta'\sin(P'+\lambda)\sin x'\\
&\quad = +\sin I\cos\lambda\left[\sin(\Delta''+\Delta')\cos(\Delta''-\Delta')\sin\frac{P''-P'}{2}\cos\frac{P''+P'}{2}\right.\\
&\qquad\qquad\left. +\cos(\Delta''+\Delta')\sin(\Delta''-\Delta')\cos\frac{P'-P''}{2}\sin\frac{P'+P''}{2}\right]\\
&\qquad - \sin I\sin\lambda\left[\sin(\Delta''+\Delta')\cos(\Delta''-\Delta')\sin\frac{P''-P'}{2}\sin\frac{P''+P'}{2}\right.\\
&\qquad\qquad\left. +\cos(\Delta''+\Delta')\sin(\Delta''-\Delta')\cos\frac{P'-P''}{2}\cos\frac{P'+P''}{2}\right].
\end{aligned}$$

» Nous allons supposer que les observations sont faites symétriquement par rapport au premier cercle horaire ; par suite, Δ'' sera presque égal à Δ' et P'' presque égal à $-P'$; $P''+P'$ et $\Delta''-\Delta'$ seront peu différents de zéro, et, en tenant compte en outre qu'il s'agit d'étoiles dont la distance au pôle n'excède pas 1°, on aura pour la valeur de λ, en ne conservant que les termes principaux,

$$\begin{aligned}\operatorname{tang}\lambda = &-\frac{\operatorname{tang} n[\Delta''-\Delta'+\sin i\sin(P''-P')]}{\sin\frac{P'-P''}{2}}\\ &-\operatorname{tang}\frac{P'+P''}{2}+\operatorname{tang}\frac{\Delta''+\Delta'}{2}\operatorname{tang}\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cot\frac{P'-P''}{2}\\ &-\sin i\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}+\sin I\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}.\end{aligned}$$

» Dans tous les cas pratiques, le terme dépendant de n est nul ; on a donc

$$\lambda = -\frac{P'+P''}{2}+\frac{\frac{\Delta''+\Delta'}{2}}{\frac{P'-P''}{2}}\,\frac{\Delta''-\Delta'}{2}-(i-I)\sin\frac{\Delta''+\Delta'}{2}.$$

On voit que la valeur de λ s'obtiendra avec exactitude si le facteur $\dfrac{\frac{\Delta''+\Delta'}{2}}{\frac{P'-P''}{2}}$ devient égal à l'unité, c'est-à-dire quand le chemin parcouru en distance polaire apparente sera égal à la distance de l'astre au plan instrumental. Les deux éléments i et I n'exercent qu'une faible influence sur la valeur de λ ; cette influence se trouvera complètement annulée si l'on détermine λ à l'aide de deux polaires, dont l'une marche vers la digression supérieure, et l'autre vers la digression inférieure. On pourrait même se rendre entièrement indépendant de i si, dans la seconde observation conjuguée, on effectue la mesure en distance polaire P'', de façon que l'astre se trouve placé au milieu du champ de la lunette ; mais alors, comme les lectures sont faites sur deux portions différentes du cercle, on introduit dans les recherches une autre incertitude tenant aux erreurs de division ; il est donc préférable de se servir du fil mobile, ce qui permet d'échapper à cet inconvénient bien plus grave.

» Si, d'un côté, on tient à disposer d'une belle étoile polaire à un instant quelconque, et, d'un autre côté, si l'on veut échapper en grande partie aux inconvénients de la première méthode, en ne laissant pas un intervalle de

temps trop considérable entre les observations, il faudra pouvoir donner à l'étendue du champ de la lunette les plus grandes dimensions possibles, et cet agrandissement n'aura aucun inconvénient pour la précision du résultat cherché, car on pointe l'astre dans deux positions symétriques du champ, et la petite déformation des images n'exerce alors aucune influence appréciable. Mais, même avec un champ ordinaire, tel que nos lunettes le possèdent, on disposera d'un nombre suffisant d'étoiles pour pouvoir, dans une soirée quelconque, effectuer plusieurs fois cette mesure.

» Il m'est impossible ici, faute d'espace, d'analyser en détail la valeur comparative du nouveau et de l'ancien procédé. Bien que l'erreur accidentelle par l'emploi de la nouvelle méthode devienne un peu plus forte que dans la méthode ordinaire, la nouvelle méthode présente néanmoins, au point de vue général, une précision supérieure. Elle est indépendante de toutes les variations qui se manifestent dans l'état de l'instrument pendant un intervalle de douze heures et elle ne renferme pas cette cause d'erreur systématique qui provient des réfractions; elle offre enfin cet avantage considérable de pouvoir déterminer dans chaque soirée les déclinaisons absolues des étoiles et les latitudes absolues, ce qui était impossible jusqu'à présent. En résumé, la nouvelle méthode est susceptible d'une rigoureuse exactitude, elle ne donne lieu à aucune source d'erreur systématique et, en multipliant les pointés, on peut porter la précision aussi loin que possible.

» La durée du travail nécessaire pour la détermination de l'inconnue ne dépassera guère une demi-heure, un quart d'heure environ pour effectuer la première série de pointés, et après un intervalle de temps écoulé, qui peut varier de deux heures un quart à trois ou quatre heures, on procédera à la seconde observation conjuguée, qui réclame aussi le même laps de temps, un quart d'heure. »

M. d'Abbadie, à la suite de la lecture de M. Lœwy, ajoute que, pour obtenir des déclinaisons réellement absolues, il faut, en outre, tenir compte de la position correspondante du nadir au moment de l'observation. Si les astronomes n'en ont pas fait jusqu'ici la recherche, c'est peut-être à cause du résidu d'incertitude inséparable de la pratique et dont M. Lœwy nous enseigne à diminuer la grandeur.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les observations de* M. Lemström *en Laponie.* Note de M. **Tresca**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. le professeur L. Lemström, de l'Université d'Helsingfors, les résultats des expériences et des observations qu'il a faites l'année dernière, en Laponie, sur diverses circonstances décisives qui se rattachent au phénomène de l'aurore boréale.

» La Note de M. Lemström, publiée en langue française, ne pourrait sans doute être reproduite sous la forme ordinaire, mais j'espère que l'Académie me permettra de consigner, en quelques lignes, insérées dans les *Comptes rendus*, les faits principaux déjà constatés, pour mieux faire comprendre l'objet des nouvelles expériences que M. Lemström se propose d'instituer prochainement, dans les mêmes parages.

» En installant au sommet d'une montagne un conducteur métallique, couvrant une grande surface, muni d'un très grand nombre de pointes verticales et relié, avec l'intermédiaire d'un galvanomètre, à une plaque de zinc enterrée dans le sol humide, à un niveau inférieur de quelques centaines de mètres à celui du conducteur, M. Lemström a démontré par des expériences que, dans ces latitudes extrêmes et par un froid de $-30°$:

» L'aurore polaire est un phénomène essentiellement électrique auquel correspondent des courants atmosphériques, continués dans l'appareil d'observation et comparables à celui qu'y déterminerait un élément de pile Leclanché de moyenne grandeur.

» La manifestation naturelle de ce courant donne lieu, même en l'absence de toute autre illumination et sous forme de rayon lumineux, à une aurore toute locale qui se montre au-dessus de l'appareil et dans laquelle on observe la raie $\lambda = 5569$, caractéristique de tous les phénomènes de ce genre.

» On peut ainsi reconnaître avec une complète certitude, sur certains points, l'existence et même la grandeur des forces électriques qui sont mises en jeu dans ces circonstances, qu'il est facile de faire naître et d'interrompre à volonté.

» Ces expériences ont été faites sur deux points élevés, l'Oratunturi et le Pietarintunturi, avec des appareils couvrant jusqu'à 900^{mq} de superficie, et il y a lieu d'admettre, à titre de première appréciation, que le courant ainsi produit, sensiblement proportionnel à l'étendue de la surface cou-

verte par l'appareil à pointes, est essentiellement variable avec la latitude et avec la saison.

» Si les observateurs n'ont pu à cet égard fournir jusqu'à présent des chiffres suffisamment concordants, il faut sans aucun doute l'attribuer aux difficultés extrêmes que présentent les constatations numériques, à ces températures insupportables, par lesquelles les fils se couvraient en quelques minutes d'une quantité de givre telle qu'ils se brisaient sous le poids de cette charge additionnelle.

» Si intéressantes que soient ces premières indications, notre but principal, en les rappelant, est de faire connaître à l'Académie la portée des nouvelles observations que M. Lemström se propose de continuer dans les mêmes régions, pendant toute la durée de l'hiver prochain, et au moyen desquelles il espère répondre, grâce à une meilleure installation, aux questions suivantes, dont il nous donne le programme :

» 1° Comment l'appareil d'écoulement doit-il être construit pour fournir, sur une superficie donnée, le courant de la plus grande intensité?

» 2° Quelle est la relation entre l'étendue de la surface couverte et l'intensité du courant?

» 3° Comment varie le courant avec la latitude nord et avec la différence d'altitude entre les deux extrémités de l'appareil d'écoulement?

» 4° Quelle est l'influence des saisons?

» 5° Quels sont les rapports entre le courant atmosphérique, le courant terrestre et les variations magnétiques?

» Nous n'hésitons pas à donner à M. Lemström l'assurance que ces pénibles et intéressantes recherches seront appréciées chez nous comme elles méritent de l'être, et nous serons heureux qu'il lui soit donné de les mener à bonne fin. »

CHIMIE. — *Réactions très sensibles des sels d'iridium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« M'étant récemment occupé de la séparation de l'iridium d'avec le gallium, j'ai senti le besoin de caractères nets permettant l'identification des traces d'iridium entraînées dans les produits gallifères obtenus. Après bien des essais, je me suis arrêté aux réactions suivantes, dont l'extrême sensibilité me semble devoir être utilisable dans l'analyse des composés de l'iridium.

» A. La solution iridique (chlorures ou sulfates est additionnée d'un

excès d'acide sulfurique et concentrée jusqu'à production de vapeurs blanches. On peut aussi mêler tout d'abord le sel d'iridium avec un excès de bisulfate potassique. La masse, placée dans un vase d'or (¹), est portée au rouge sombre (²), température qu'on maintient pendant quelques minutes. Si la proportion d'iridium n'est pas trop grande, l'eau chaude dissout entièrement la matière en donnant une liqueur ordinairement verte, mais souvent aussi bleue ou violette. Dans les solutions concentrées, il se dépose lors du refroidissement une poudre cristalline d'un vert foncé renfermant de l'iridium, du potassium et de l'acide sulfurique. Ce sel, qui forme une solution claire avec l'eau pure ou acidulée par SH^2O^4, est précipité par le sulfate neutre de potasse.

» Sans avoir besoin de séparer les divers sels déposés, on sature presque complètement par la potasse (ou par l'ammoniaque), en ayant soin de *maintenir la liqueur froide* et de lui laisser une acidité faible, quoique encore très sensible au tournesol. Il se précipite beaucoup de sulfate de potasse qui entraîne la majeure partie de l'iridium en se colorant en vert pâle. Les sels, recueillis sur un filtre, sont grossièrement lavés avec une solution de sulfate neutre de potasse. La liqueur et les eaux de lavage réunies, étant bouillies pendant quinze à trente minutes, on voit les sels verts, bleus ou violets d'iridium se transformer en un composé dont la base est complètement précipitée (surtout à l'ébullition) par un excès de potasse ou d'ammoniaque et se redissout dans SH^2O^4 étendu avec une riche couleur violet-pensée qui paraît rose en solution très diluée.

» Le sulfate de potasse iridifère, dissous dans l'eau chaude légèrement acidulée par SH^2O^4 et soumis à l'ébullition, fournit par KHO, ou AzH^3, le même oxyde soluble en violet dans SH^2O^4 étendu.

» Il est à remarquer que, si la liqueur ébullitionnée n'est que fort peu acide, l'oxyde se sépare déjà en grande partie avant l'addition d'alcali : il est alors difficilement repris par SH^2O^4 étendu et on doit le faire bouillir avec ce réactif pour le mettre tout entier en solution.

(¹) Comme il se dépose parfois un peu d'iridium métallique ou oxydé sur la paroi de la capsule, il est bon de pouvoir faire après chaque opération un traitement au nitre et potasse caustique : ce qui attaquerait fortement le platine. L'or lui-même est, du reste, légèrement corrodé, tant par le bisulfate que par le mélange de nitre et de potasse, mais la séparation ultérieure de l'iridium et de l'or n'offre aucune difficulté.

(²) Le chlorure d'iridium chauffé avec le bisulfate, seulement jusqu'à fusion, donne une matière qui se dissout en rose pâle dans l'eau. Cette solution n'est pas précipitée par l'ammoniaque.

» Dans la recherche de traces d'iridium, il est inutile de traiter à part le sulfate de potasse iridifère; on fait bouillir aussitôt après la quasi-neutralisation.

» Si l'on craignait de n'avoir pas bien conduit l'opération, si, par exemple, la liqueur alcaline filtrée possédait une faible teinte rose, il faudrait évaporer le liquide à sec, ajouter de l'acide sulfurique, chauffer au rouge et traiter comme ci-dessus.

» On peut retirer et caractériser de cette façon $\frac{1}{40}$ de milligramme d'iridium (pris à l'état de chlorure ou de sulfate) perdu dans 50^{gr} (soit 2 millions de fois son poids) de bisulfate potassique. La précipitation par l'alcali s'opérant sur un volume d'environ 400^{cc}, on voit que l'insolubilité de l'oxyde violet est à peu près absolue.

» Pour de très faibles traces d'iridium, la couleur violette peut se trouver masquée par la présence des sels de fer provenant des filtres ou des réactifs. Dans ce cas, la solution est neutralisée par l'ammoniaque, additionnée de sulfhydrate d'ammoniaque, maintenue pendant quelque temps à une douce chaleur, filtrée et évaporée presque à sec. Par l'ébullition avec de l'eau régale, les sels ammoniacaux sont détruits, le soufre se rassemble et l'iridium est caractérisé par la teinte de son tétrachlorure, dont la puissance de coloration l'emporte sensiblement sur celle du sulfate violet. Il vaut mieux, toutefois, appliquer au produit du traitement par l'eau régale les réactions suivantes B et C, dont la sensibilité est extrême.

B. On ajoute au sel d'iridium (chlorures ou sulfates) un petit excès d'acide sulfurique et on chauffe jusqu'à élimination d'une partie de l'acide afin de bien chasser HCl, ce qui est important. On retire alors la capsule du feu et, au moment où les vapeurs sulfuriques cessent d'être abondantes, on ajoute du nitrate d'ammoniaque par petites portions. On remet sur un feu modéré en continuant l'apport de nitrate. Il se produit ainsi une magnifique couleur bleue d'une richesse telle que $\frac{1}{1000}$ de milligramme d'iridium suffit pour l'obtenir nettement. Enfin, la réaction achevée, on enlève la capsule du feu pendant qu'il reste encore un peu de nitrate en voie de décomposition. La matière bleue se dissout dans l'eau en conservant sa coloration.

» Quelquefois l'essai, au lieu d'être d'un bleu indigo, possède une riche teinte vert-émeraude; il suffit de laisser refroidir et de verser un peu d'acide sulfurique sur la masse pour que, en chauffant légèrement, la couleur passe au bleu pur.

» Le mélange avec des métaux étrangers atténue plus ou moins la sen-

sibilité de la présente réaction; elle est cependant encore très utilisable en présence de l'or, du ruthénium, du platine et du rhodium. La coloration bleue est naturellement modifiée par les colorations propres que donnent quelques-uns de ces métaux placés dans les conditions de l'expérience. Ainsi, avec un mélange d'or et d'iridium, on obtient du vert.

» C. Si, au lieu de chasser l'acide chlorhydrique par chauffage prolongé avec SH^2O^4, on ajoute dès l'abord (en même temps ou plutôt successivement à intervalles rapprochés) du nitrate et du chlorhydrate d'ammoniaque ([1]), il ne se forme plus de matière bleue, mais l'essai prend une teinte rose rouge. Un excès des sels ammoniacaux détruit en partie la couleur qu'on fait apparaître de nouveau en ajoutant un peu d'acide sulfurique et chauffant légèrement. Le mieux est de jeter dans l'acide sulfurique chaud d'abord du chlorhydrate d'ammoniaque, puis, aussitôt après, du nitrate, et de retirer du feu pendant qu'il reste encore un peu de sels ammoniacaux en voie de décomposition. La masse, traitée par très peu d'eau, abandonne une poudre rose rouge soluble dans l'eau pure, mais inattaquée par une solution saturée de bisulfate ammonique. La liqueur aqueuse paraît contenir du chloro-iridate d'ammonium ordinaire.

» La présente réaction se produit encore visiblement avec $\frac{1}{1000}$ de milligramme d'iridium.

» En combinant le procédé A avec les réactions B et C, il est facile de séparer et de reconnaître sûrement $\frac{1}{100}$ de milligramme d'iridium noyé dans deux millions de fois son poids de bisulfate potassique. »

HYDRAULIQUE. — *Réalisation expérimentale de la marche automatique de l'appareil d'épargne construit à l'écluse de l'Aubois, sans bassin d'épargne, ni soupape, ni cataracte.* Note de M. **A. de Caligny.**

« Dans ma Note du 9 avril dernier, j'ai indiqué les principes de la marche automatique dont il s'agit, et j'ai montré comment, au moyen d'une pièce de bois, on avait pu, sans modifier le tube d'aval, tourner la difficulté pour la vidange de l'écluse. Cette pièce avait d'abord été mise dans le centre de ce tube. Depuis cette époque, elle a été posée contre la

---

([1]) Le chlorhydrate d'ammoniaque seul produit déjà une coloration rose parfois violacée, mais la teinte devient beaucoup plus intense après l'addition d'un peu de nitrate.

paroi du côté du long tuyau de conduite. Il en est résulté qu'elle a offert beaucoup moins de résistance au mouvement de l'eau de bas en haut, l'écoulement se faisant principalement dans la partie opposée. Le rendement, dans ces conditions, a différé assez peu de celui qu'on avait obtenu pendant la vidange de l'écluse en faisant marcher l'appareil à la main; de sorte que, malgré l'inconvénient pouvant résulter de l'emploi de cette pièce de bois, il y aura lieu de voir, dans la pratique, s'il ne vaudra pas mieux la conserver, afin de pouvoir au besoin la mettre à diverses hauteurs dans les canaux où les niveaux des biefs seraient trop variables.

» Il s'est présenté un fait intéressant qu'il eût été difficile de prévoir, et qui dépend d'une hésitation occasionnée par l'inertie de l'ensemble des pièces solides mobiles et de la colonne liquide annulaire soulevée par l'anneau intérieur du tube. A mesure que l'eau baisse dans l'écluse, on conçoit que, si les oscillations en retour sont à peu près isochrones, la vitesse avec laquelle l'eau redescend est de plus en plus grande. Il en est résulté que, pour la première oscillation en retour, le tube d'aval s'est levé pendant l'instant de repos par lequel se termine cette oscillation. A la période suivante, la vitesse avec laquelle l'eau tend à redescendre, d'ailleurs plus bas que pour la première, étant plus grande, la colonne liquide a le temps de redescendre plus bas pendant que le tube hésite à commencer sa levée, et ainsi de suite; les quantités d'eau perdues ainsi à chaque levée diminuent de plus en plus à mesure que l'écluse se vide. Cette perte est encore diminuée, parce qu'il résulte de la vitesse acquise dans le tuyau de conduite qu'il y rentre une certaine quantité d'eau. L'inconvénient que j'avais signalé dans ma Note précitée du 9 avril est donc bien atténué, d'autant plus que les parties les plus élevées des colonnes liquides sont précisément celles qui rentrent avant la levée du tube.

» Il n'a pas été nécessaire, comme je le craignais, de modifier le tube d'introduction, dit d'*amont*, pour rendre automatique, dans de bonnes conditions, la marche de ce tube pendant le remplissage de l'écluse. Dans les oscillations en retour, c'est-à-dire pour ce cas *remontantes*, ce tube se lève de lui-même, étant soulevé par son flotteur indiqué dans la Note précitée, et qui est formé de deux prismes de sections rectangulaires posés en face l'un de l'autre. Je craignais que le tube ne se levât, pour toutes les périodes, quand la colonne liquide arrive à la hauteur qui le fait lever à la première oscillation remontante. Mais il s'est présenté ici un effet ayant de l'analogie avec celui que je viens de signaler pour les oscillations descendantes pendant la vidange. Plus l'eau s'est élevée dans l'écluse, plus

la vitesse a été augmentée dans les oscillations remontantes; l'eau a eu le temps de remonter plus haut pendant l'hésitation provenant de l'inertie de l'ensemble des pièces solides mobiles et de celle de l'eau qui est soulevée par l'anneau extérieur du tube. Une cause de déchet que j'avais signalée est donc bien atténuée par ce fait nouveau, auquel contribue peut-être, soit pour le remplissage, soit pour la vidange, un commencement de succion sous le tube qui tend à le soulever.

» On a d'abord fait baisser à la main le tube d'aval pendant le remplissage de l'écluse, ce tube se levant d'ailleurs de lui-même. On a trouvé un rendement différant très peu de celui qui avait été obtenu quand on faisait marcher le tube d'amont à la main; peut-être même y aurait-il un peu d'avantage, provenant de la régularité des mouvements. Mais la principale difficulté consistait à faire redescendre de lui-même le tube d'aval pendant le remplissage.

» Dans l'état actuel des choses, on ne peut obtenir une marche entièrement automatique pour les premières périodes qu'en le levant trop peu pour que le rendement soit aussi fort que si l'éclusier le faisait baisser, tout en étant suffisant pour être utilisé, d'autant plus qu'on pourrait au besoin l'augmenter en le faisant baisser à la main. Il y aura, comme je l'ai dit, quelques études à faire à l'époque du chômage pour augmenter la levée automatique du tube d'aval.

» Mais, dès à présent, en se contentant de le faire lever à une assez petite hauteur, on le fait redescendre de lui-même, au moyen de la succion résultant du retour d'une partie de l'eau relevée du bief d'aval dans l'écluse à chaque période. Seulement il faut une première fois faire redescendre le tube d'aval à la main. Dans ces conditions, quand on regarde par le sommet de ce tube, on voit à la première période l'eau redescendre beaucoup au-dessous du niveau du bief d'aval, presque jusqu'au tuyau de conduite. La profondeur à laquelle l'eau descend ainsi diminue pour les périodes suivantes. On conçoit qu'il résulte de cette baisse quelconque que, pour retirer de l'eau du bief d'aval dans l'écluse, on est obligé de la puiser plus bas que le niveau de ce bief. C'est cet inconvénient que je me propose d'atténuer en étudiant une bonne disposition de l'anneau qui est à la partie inférieure du tube et ne pourra être modifié qu'à l'époque du chômage du canal.

» Ces diverses expériences ont été faites sous ma direction, sans que ma présence sur les lieux ait été nécessaire. D'après les renseignements qui m'ont été transmis, il ne paraît pas que la cause de déchet dont je viens

de parler fasse perdre plus d'un cinquième environ de l'épargne faite pendant le remplissage de l'écluse, soit environ un dixième de l'épargne totale pendant le remplissage et la vidange. Les résultats obtenus par la marche entièrement automatique sont donc satisfaisants, même abstraction faite des perfectionnements ultérieurs.

» Déjà les nouveaux freins hydrauliques appliqués à cette écluse, en amortissant convenablement la percussion des grands tubes mobiles sur leurs sièges, permettaient d'augmenter beaucoup leurs dimensions. La marche automatique, en diminuant le travail de la manœuvre, contribue à permettre de les augmenter encore, ainsi que les sections des grands tuyaux de conduite. Mon système aura donc le double avantage d'épargner l'eau et d'accélérer le passage des bateaux.

» Il est d'ailleurs bien à remarquer que, abstraction faite de l'épargne, les grands tubes mobiles, qu'on a vus fonctionner à l'écluse de l'Aubois, ont l'avantage d'ouvrir et d'intercepter de très grands orifices, avec facilité et sans qu'on ait à craindre un coup de bélier dans les aqueducs, les sections transversales n'étant jamais bouchées. Sur ma proposition le gouvernement hollandais, après avoir fait visiter cette écluse par un de ses ingénieurs, fait construire ce système de tubes mobiles qui démasqueront sans effort et instantanément de très larges orifices pour accélérer la navigation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année* 1882, *en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges;* par M. **G.-A. Hirn** [1].

« La comparaison des deux années consécutives 1881 et 1882 présente le plus grand intérêt. La première, en effet, a été une bonne année, au point de vue des récoltes, etc., etc.; la seconde, au contraire, a été très près de devenir une année calamiteuse. En partant des moyennes générales thermométriques, barométriques, anémométriques, on n'arrive à aucun résultat différentiel marquant. La quantité de pluie tombée, au contraire, diffère énormément, puisque nous avons $0^m,115$ de plus dans la seconde que dans la première année. Mais si, pour les moyennes thermométriques mensuelles, nous examinons parallèlement les mêmes mois, nous voyons que les deux années diffèrent singulièrement. Jusqu'en mai, l'année 1881 reste inférieure à 1882; mais, à partir de juin jusqu'en septembre, c'est 1882 qui

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 30 avril, p. 1280.

devient inférieure. C'est donc en somme, et comme on l'a d'ailleurs observé souvent déjà, le mode de répartition de la température qui fait qu'une année devient bonne ou mauvaise, bien plus que la valeur absolue même.

» On voit aussi que les quantités d'eau relatives tombées procèdent de la manière la plus irrégulière. De janvier à juin, 1881 dépassait en ce sens 1882; en juillet, il tombe quatre fois plus d'eau dans la dernière année; en août, presque cinq fois moins; en septembre, le double; en novembre, huit fois plus. La raison de cette absence de toute régularité apparente, c'est que, dans la saison chaude, ce sont les orages et les averses qui déterminent surtout la valeur des quantités d'eau, tandis que les pluies continues qui, avec l'absence de Soleil, déterminent surtout la valeur de l'année au point de vue des récoltes, n'entrent que pour une minime partie dans les quantités d'eau absolues tombées.

» On voit, par les Tableaux d'ensemble, que l'action de notre chaîne des Vosges est restée nettement accentuée. En 1882 comme en 1881, la différence entre les minima de la Schlucht et ceux de Colmar est de 4° environ; celle des maxima est, pour les deux années, de 7°; la moyenne reste 5°,5. Mais c'est sur les quantités d'eau tombées que porte surtout cette influence; en 1881, la quantité tombée à la Schlucht était deux fois et demie celle de Colmar; en 1882, la quantité s'élève au triple. Cette énorme différence d'une année à l'autre résout un doute que j'exprimais quant à la constance du rapport entre les quantités tombées à la Schlucht et à Colmar.

» On sait comment M. Peslin, ingénieur des Mines, et moi, nous avons expliqué, à l'aide des équations de la Thermodynamique, l'action des chaînes de montagnes à pente douce. Je n'ai pas à revenir sur cette explication qui, jusqu'ici, n'a reçu aucune réfutation sérieuse en principe. Je n'ai à examiner qu'une remarque critique qui m'a été faite de divers côtés. Une chaîne de montagnes, dit-on, ne saurait être comparée à un double plan incliné, que l'air gravit d'un côté pour en descendre de l'autre; elle doit agir comme *obstacle* et amortir la vitesse du vent, de sorte que les équations de la Thermodynamique tombent ici à faux.

» Cette objection implique une triple erreur :

» I. Elle va droit contre l'observation directe des faits. — Il est possible et même probable que des massifs abrupts, comme le sont certaines alpes, arrêtent localement le vent ou en modifient la direction; mais ce qui est certain, c'est qu'il n'en est pas de même de montagnes à pentes relativement douces, comme les Vosges. Je dis *relativement*. On sait que, tandis que les Vosges, sur leur versant dirigé vers l'Ouest, montent en quelque sorte par

gradins ou plateaux successifs, du côté dirigé vers l'Est (département du Haut-Rhin), elles s'abaissent au contraire assez rapidement. Mais cette rapidité est relative. Lorsqu'on se trouve sur l'un des sommets élevés de la chaîne, sur le Ballon, sur le Hohneck, tout le versant dirigé vers la plaine ressemble à une suite de vagues immenses qui auraient roulé en s'abaissant peu à peu et qui auraient été pétrifiées subitement. Cet aspect est saisissant et constitue la beauté réellement originale de cette contrée. Tout le long et au pied de la chaîne, sur une longueur de plus de 20^{km}, se trouvent des villages qui, d'après l'objection discutée, devraient être abrités contre les coups de vent du S.-O.-O. Or ici chacun sait que cette protection de la part des montagnes est quelque peu imaginaire; la direction du vent est sans doute modifiée pour les localités dont je parle, mais l'impétuosité du vent ne l'est guère, et les dégâts produits sont souvent aussi considérables que dans la plaine. Dans mon Observatoire, placé à environ 4^{km} ou 5^{km} des montagnes, la protection ou même l'action directrice de celles-ci est en tous cas complètement nulle; on peut voir, par mes Tableaux mensuels, qu'il n'existe pas de différence entre l'intensité des vents du S.-O.-O., qui sont parallèles à la chaîne, et celle des vents du S.-S.-O., qui frappent la chaîne sous un angle très obtus.

» II. L'objection que nous discutons semble confirmée par cette observation, très exacte en elle-même : que, sur le sommet des montagnes, l'intensité du vent est en général beaucoup plus grande que dans la plaine. En y regardant de plus près, on reconnaît aisément que cette confirmation est tout à fait illusoire et que l'observation indiquée est de fait une réfutation et non une confirmation de l'objection critique. Nous voyons qu'au col de la Schlucht la hauteur barométrique moyenne est $0^m,664$, tandis qu'à Colmar elle est de $0^m,745$; d'un autre côté, la température maxima moyenne est 8°, tandis qu'à Colmar elle est 15°; un même poids d'air occupe donc, à la Schlucht, un volume

$$W = W_0 \frac{745}{664} \cdot \frac{1 + 0,003665.8}{1 + 0,003665.15} = W_0 . 1,095,$$

celui de la plaine étant W_0. Il suit de là qu'un vent qui, dans la plaine, a une vitesse de 20^m, en a forcément une de $20 . 1,095$, soit 22^m, au sommet de la crête. Bien loin d'arriver ainsi à une réfutation de la théorie que nous avons établie, M. Peslin et moi, on aboutit au contraire à une très belle vérification générale de la dynamique des fluides élastiques. Nous voyons simplement pourquoi les mouvements de l'air sont en général

beaucoup plus vifs dans les hautes régions de l'atmosphère et, j'ajoute, pourquoi ils doivent l'être nécessairement.

III. Enfin, l'objection critique suppose implicitement que l'air qui a gravi rapidement le plan incliné ascendant, au lieu de redescendre de même sur l'autre flanc, *conserve* sa direction oblique ascendante. Ce fait est réfuté sous toutes les formes par l'observation directe des phénomènes : 1° si l'air humide, amené par le vent du sud-ouest-ouest, continuait à monter, après avoir franchi les Vosges, il continuerait aussi à se *détendre*, à se *refroidir* et à condenser la vapeur en excès qu'il contient. Il pleuvrait donc plus, ou du moins tout autant, sur le versant descendant que sur la crête; or ceci est directement démenti par l'observation, car nous voyons qu'à Munster, qui est pourtant encore à une altitude notable, la quantité annuelle d'eau tombée est déjà beaucoup moindre qu'à la Schlucht; 2° la hauteur des nuages, dans notre plaine, n'est en aucune façon modifiée par leur passage sur la chaîne des Vosges. Les nuées orageuses sont en général assez élevées (1800 à 2000^{m}); j'ai cependant observé des cas nombreux où cette hauteur, fort près même des montagnes que venaient de franchir les nuages, n'était plus que de 400^{m} à 600^{m} au plus. Il faut donc bien que les nuages redescendent immédiatement la pente opposée à celle qu'ils viennent de gravir. Pendant des journées entières, les sommets de nos montagnes restent souvent cachés par des nuages qui *marchent fort vite* de l'ouest à l'est; ce que je dis des nuées orageuses reste encore exact en ce cas.

» En somme, l'objection critique que je viens de discuter tombe devant l'observation pure et simple des faits.

» Une réflexion générale me sera permise ici, sans doute : Pour peu qu'on sache se dégager des idées préconçues ou systématiques, on arrive à se convaincre que, contrairement à l'opinion de bien des personnes, l'échelle sur laquelle s'accomplissent certains phénomènes ne change en rien la nature de ceux-ci. La Physique, la Mécanique, la Chimie de nos laboratoires est la même que celle de la nature; il n'y a de différence que dans la grandeur, dans l'intensité des phénomènes, mais nullement dans leur espèce. Les lois de la résistance des fluides, des attractions et répulsions électriques..... sont les mêmes en grand qu'en petit; il n'y a que l'amplitude, dans l'espace et dans le temps, qui puisse varier. L'importance de cette remarque, quant aux progrès futurs que nous pouvons espérer en Météorologie, ne saurait échapper à personne. »

M. A. **Gaudry** fait hommage à l'Académie d'un volume intitulé : « Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques, fossiles primaires », et s'exprime en ces termes :

« J'ai pensé qu'il pourrait être de quelque intérêt d'étudier les êtres des plus anciens âges du monde en notant les faits qui commencent à jeter un peu de lumière sur le plan de la Création. L'Ouvrage que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie embrasse l'histoire des principaux types d'animaux invertébrés et vertébrés des temps primaires. Il est accompagné de 285 gravures exécutées sur les dessins de Formant; la plupart de ces dessins ont été faits d'après des pièces du Muséum d'Histoire naturelle. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Sédillot*.

u premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Richet	obtient	22	suffrages.
M. Brown-Sequard	»	18	»
M. Jules Guérin	»	14	»
M. Sappey	»	2	»
M. Charcot	»	1	»

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Richet	obtient	32	suffrages.
M. Brown-Sequard	»	23	»
M. Jules Guérin	»	3	»

M. **Richet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1883.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Barbier : MM. Gosselin, Chatin, Vulpian, Paul Bert et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et Ch. Robin.

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Chatin, Trécul, Cosson et Van Tieghem réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Naudin.

Prix de La Fons Mélicocq : MM. Duchartre, Van Tieghem, Trécul, Chatin et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Naudin.

Prix Thore : MM. Blanchard, Alph. Milne-Edwards, de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers et Van Tieghem réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul et Ch. Robin.

Prix Bordin [*Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs* (*racines, tiges, feuilles*), *étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air, etc.*]. MM. Duchartre, Chatin, Van Tieghem, Cosson et Trécul réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. P. Bert et Boussingault.

Prix Bordin (*Recherches relatives à la paléontologie botanique ou zoologique de la France ou de l'Algérie*) : MM. Alph. Milne-Edwards, A. Gaudry, de Quatrefages, Hébert et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Chatin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. R. **Röttger** soumet au jugement de l'Académie les diverses Communications sur la Physique du globe qu'il a adressées de Mayence, depuis l'année 1878.

(Commissaires : MM. Jamin, Fouqué, du Moncel.)

M. **F. Ling** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le numéro de juin 1882 du « Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche » publié par le prince *Boncompagni*.

Ce numéro contient la suite de la Bibliographie néerlandaise historico-scientifique des Ouvrages importants sur les sciences mathématiques et physiques dont les auteurs sont nés aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, par M. *D. Bierens de Haan*.

M. **Dumas** présente à l'Académie un résumé des observations du passage de Vénus au Chili, rédigé par M. *de Bernardières*, chef de la Mission, ainsi qu'un Rapport de M. *Barnaud* sur les déterminations de longitudes effectuées par lui à Churillos et à Panama.

M. **Dastre** adresse, au sujet d'une Note insérée sous le nom de *Kanellis*, dans le numéro du 23 avril 1883 des *Comptes rendus*, p. 1249, les observations suivantes :

« Le 11 décembre 1880, je présentai à la Société de Biologie, au nom de M. le Dr *Arturo Marcacci*, mon préparateur et mon élève, une Note intitulée : « *Influence des racines sensitives sur l'excitabilité des racines motrices.* »

« Cette Note de M. Marcacci, imprimée à la page 397 dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* (1881), a été reproduite textuellement par M. Kanellis, sans autre changement que celui du nom de l'auteur. »

M. **Vulpian** présente à cette occasion, sur la *Structure de l'épithélium propre des canaux sécréteurs de la bile*, une observation semblable à laquelle se joint M. Ch. Robin. Ce titre reproduit celui d'un Mémoire de Ch. Legros, publié avec planches (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, Paris, in-8, p. 137).

Le Mémoire de Ch. Legros contient toutes les descriptions et les conclusions relatives à la structure et aux usages du foie, publiés par M. Kanellis dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 1320), sans que le nom

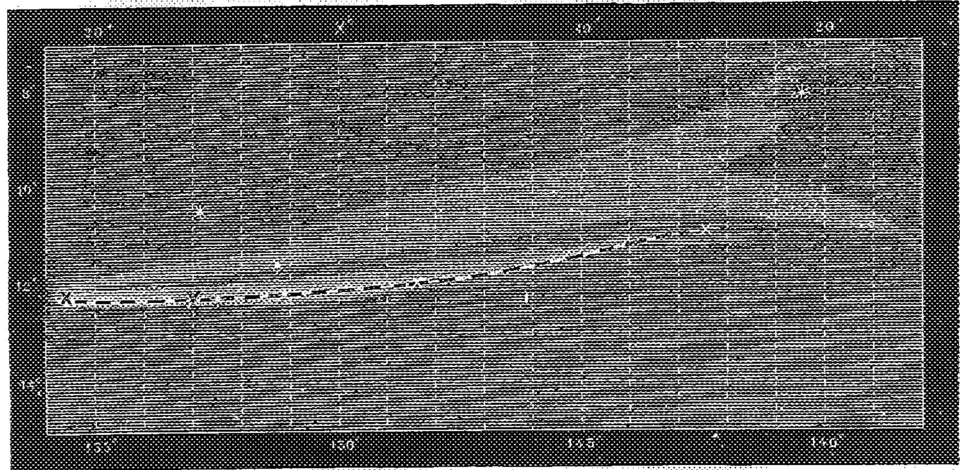
même de Legros soit cité. Il importe, ajoutent MM. Vulpian et Robin, de signaler un tel plagiat en restituant à Ch. Legros tout l'honneur de cet important travail.

ASTRONOMIE. — *Sur la figure de la grande comète de septembre.* Note de M. Th. Schwedoff.

« Dans la séance du 22 août 1881, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie mon Ouvrage sur la *Théorie mathématique des formes cométaires*, dans lequel je démontre que les formes des queues des comètes sont identiques à celles que présenteraient des ondes produites par le noyau dans un milieu résistant. Ce point de départ a cet avantage qu'il permet de supprimer l'intervention des agents problématiques et de déduire la théorie d'une expression strictement analytique des phénomènes observés; il nous permet de prédire la forme et la position de la queue d'une comète dont on connaît les éléments; c'est ce que j'ai fait pour la comète de 1882, dans une Note datée du 6 avril 1882.

» Cette fois, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux dessins qui résument la confrontation de ma théorie avec les faits observés. On y voit bien que l'axe théorique de la queue (courbe pointillée forte) coïncide parfaitement avec la zone la plus lumineuse observée sur tout le parcours de la queue.

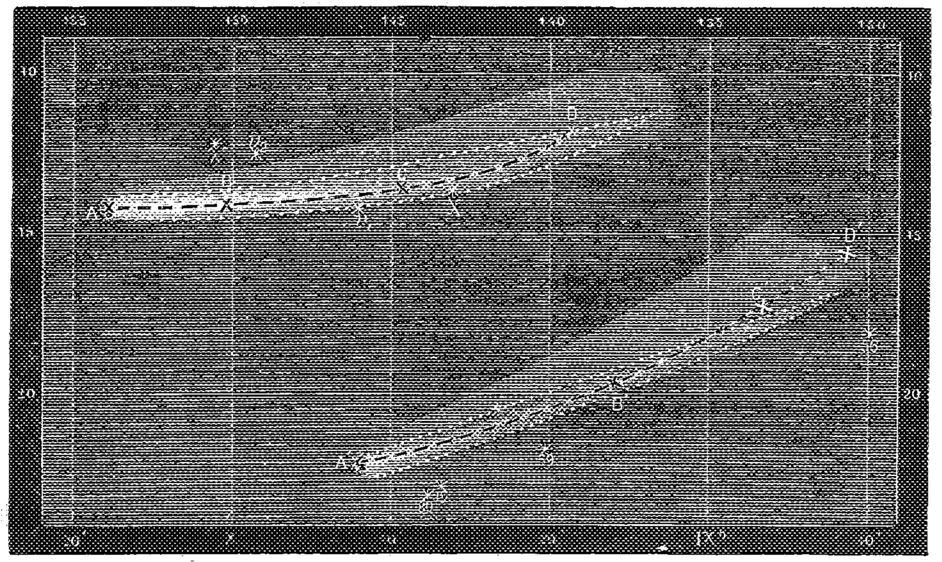
La grande comète de septembre 1882, d'après l'observation de M. Gonnessiat, le 12 octobre, 16h, temps moyen de Lyon.



*---- Direction théorique de l'axe pour le même moment, d'après la théorie de Th. Schwedoff.

» Pour arriver au même degré de coïncidence en partant de l'hypothèse d'une force répulsive émanant du Soleil, on aurait dû poser $1 - \mu = 1$, $\mu = 0$. Or, puisque μ représente la force définitive agissant sur la matière cométaire, il en résulterait, pour cette matière, une propriété singulière, celle de se déplacer dans l'espace suivant une direction rectiligne, malgré

La grande comète de septembre 1882, *le* 17 *octobre*, 16^h, *et le* 7 *novembre*, $16^h 30^m$, *temps moyen d'Odessa, d'après l'observation de M. Kononowitch.*



..... Limites observées de la partie la plus lumineuse. * ---- Direction de l'axe de la queue, d'après la théorie de Th. Schwedoff.

les forces qui agissent sur elle. Par contre, une telle propriété serait tout à fait naturelle pour une onde qui se propage, dans l'espace cosmique, selon mon hypothèse.

» Je me permets ici une observation relativement à cette hypothèse.

» M. Faye croit avoir démontré que l'introduction d'un milieu interplanétaire résistant fait intervenir, dans le système planétaire, une masse nouvelle cent mille fois plus grande que celle du Soleil, même en réduisant la densité de ce milieu au $\frac{1}{2000}$ de celle de notre atmosphère. Mais l'illustre adversaire des milieux cosmiques suppose que la densité du milieu en question ne varie pas depuis la surface du Soleil jusqu'à l'orbite de Neptune (c'est là une supposition que personne n'a émise). En admettant, comme l'a fait Encke et comme l'exige la théorie de la comète qui porte le nom de ce savant, que la densité du milieu cosmique décroît à partir du Soleil en raison inverse du carré de la distance, on obtient facilement, pour la masse

totale de ce milieu, un nombre 13 millions de fois plus petit que celui qui a été trouvé par M. Faye. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Étude des identités qui se présentent entre les réduites appartenant, respectivement, aux deux modes de fractions continues périodiques;* par M. **E. de Jonquières.**

« I. Les personnes qui cultivent l'Analyse mathématique savent combien il est rare, et en général difficile, de trouver des identités, prévues et certaines, entre des termes appartenant à deux séries infinies qui expriment, l'une et l'autre, sous deux formes distinctes, la valeur d'une même quantité. Il convient donc de recueillir celles qui se présentent entre les réduites des deux modes de fractions continues périodiques.

» Ces nouveaux résultats, auxquels, dans mes précédentes Communications, je n'ai guère fait que des allusions, relatives surtout au groupe (E_1), se résument ainsi qu'il suit.

» II. Ce que j'appelle les deux *modes* de fractions continues, c'est, d'une part, les fractions continues ordinaires (*premier mode*), et, d'autre part, celles où les numérateurs diffèrent de l'unité (*deuxième mode*). Je supposerai toujours $2a$ et d, ou a et d, premiers entre eux, et je continuerai à désigner par i le rang que le reste *zéro* occupe dans la série des divisions effectuées pour trouver le plus grand commun diviseur entre $2a$ et d, ce rang étant, comme je l'ai dit, rendu impair s'il ne l'est pas naturellement. Cela posé :

» Théorème XIX. — *Une famille de nombres* $E = \overline{an}^2 + dn$ *étant donnée, la réduite qui occupe le rang i dans la série des réduites de la fraction continue du premier mode (suivant laquelle se développe $\sqrt{E}$) est toujours identique à celle qui, dans la série du deuxième mode, vient immédiatement après* $\frac{P_0}{Q_0} = \frac{an}{1}$, *point de départ commun aux deux modes. Aucune autre coïncidence ne se présente entre ces deux-là.*

» Ce théorème s'applique à tout nombre E, qu'il fasse ou non partie de l'un des groupes (E_d), pourvu que la valeur de n, qui le détermine, satisfasse, comme j'en ai plusieurs fois fait la remarque, à la condition

$$n > \frac{(2a - r_{i-1} A_{i-2}) + (\theta_{i-3} + 1) r_{i-1} A_{i-1}}{\theta_{i-2}} \text{ (1)},$$

(1) Cette condition n'est autre que celle donnée dans ma Communication du 16 avril 1883 (exprimée avec les notations que j'ai adoptées le 23 avril), mais en y rectifiant une erreur

de laquelle il résulte que les i premiers quotients incomplets ou termes de la période du nombre E sont les mêmes que ceux du reste de la famille (E). Quant aux nombres E déterminés par les valeurs initiales de n inférieures à cette limite, *leurs réduites ne présentent pas de coïncidences entre les deux modes*.

» III. A cause de l'importance du théorème XIX, je vais en donner la démonstration, qui servira de type, ou d'indication, pour celles que, faute d'espace, je ne pourrais donner ci-après.

» *Démonstration.* — Je conserve aux lettres $q_1, q_2, q_3, \ldots, q_i, \ldots; r_1, r_2, r_3, \ldots, r_i, \ldots$ les mêmes significations que dans ma Note du 23 avril 1883. Soient aussi

$$\frac{P_0}{Q_0}, \frac{P_1}{Q_1}, \frac{P_2}{Q_2}, \ldots, \frac{P_i}{Q_i}, \ldots \text{ les réduites du premier mode,}$$

$$\frac{\Pi_0}{X_0}, \frac{\Pi_1}{X_1}, \frac{\Pi_2}{X_2}, \ldots, \frac{\Pi_i}{X_i}, \ldots \text{ les réduites du second mode,}$$

où $P_0 = \Pi_0 = an$, $Q_0 = X_0 = 1$.

» D'après la loi de formation des réduites du premier mode, on a, pour les valeurs des dénominateurs successifs,

$$Q_0 = 1, \quad Q_1 = q_1, \quad Q_2 = q_2 Q_1 + Q_0, \quad Q_3 = q_3 Q_2 + Q_1, \quad \ldots,$$
$$Q_{i-2} = q_{i-2} Q_{i-3} + Q_{i-4}, \quad Q_{i-1} = q_{i-1} Q_{i-2} + Q_{i-3}, \quad Q_i = q_i Q_{i-1} + Q_{i-2}, \quad \ldots.$$

Il y a deux cas à considérer :

» 1° Si $2a$ et d sont premiers entre eux, et $r_i = 0$, on a $r_i = 0$, $r_{i-1} = 1$, $r_{i-2} = q_i$, d'où l'on conclut, en remontant de proche en proche et ayant égard à la suite récurrente qui donne les valeurs de $2a, d, r_1, r_2, \ldots, r_{i-1}$, en fonction de ces mêmes quantités et des quotients $q_1, q_2, q_3, \ldots, q_i, \ldots$ (voir la *Note* précitée) : $Q_i = 2a$, $Q_{i-1} = d$.

» 2° Si, a et d étant premiers entre eux, $2a$ et d ont en commun le facteur 2, $r_i = 0$, $r_{i-1} = 2$, $r_{i-2} = 2q_i$, mais on a encore $Q_i = 2a$, $Q_{i-1} = d$.

» La même loi de formation donne, pour la valeur des numérateurs,

$$P_0 = an, \quad P_1 = Q_1 an + Q_0, \quad P_2 = Q_2 an + Q_1, \quad \ldots, \quad P_i = Q_i an + Q_{i-1}, \quad \ldots.$$

---

de copie : *au lieu de* D^2, *lisez* B^2. Elle signifie que le quotient q_i, obtenu en divisant l'un par l'autre le terme du numérateur et celui du dénominateur qui ont n pour facteur, dans l'expression fractionnaire de x_i qui le précède, et qui sont, respectivement, égaux à r_{i-2} et r_{i-1} (restes consécutifs obtenus dans l'opération du plus grand commun diviseur), diffère *de moins d'une unité* de celui que donnerait la division du numérateur complet par le dénominateur complet de cette même fraction.

» La réduite de rang i, $\frac{P_i}{Q_i}$, a donc pour valeur $\frac{P_i}{Q_i} = \frac{2a^2n+d}{2a}$.

» Dans le deuxième mode, on a d'ailleurs

$$\sqrt{E} = an + \cfrac{dn}{2an + \cfrac{dn}{2an + \cfrac{dn}{2an + \ldots}}} = an + \cfrac{d}{2a + \cfrac{d}{2an + \cfrac{d}{2a + \cfrac{d}{2an + \ldots}}}};$$

donc la première réduite de ce mode après $\frac{P_0}{Q_0}$, savoir $\frac{P_1}{Q_1} = \frac{2a^2n+d}{2a}$. Ainsi elle est identique à celle du premier mode et, d'après la marche même du calcul, on voit que cette coïncidence ne peut se présenter pour une réduite du premier mode antérieure à $\frac{P_i}{Q_i}$; *ce qu'il fallait démontrer d'abord*. En second lieu, comme la démonstration exige l'intervention numérique du quotient q_i, qui est aussi le $i^{\text{ième}}$ terme de la période, il est évident qu'elle ne s'applique pas à ceux des nombres E dont la période ne contient pas ce terme q_i, c'est-à-dire qui sont compris dans l'exception relative aux valeurs initiales de n, citée plus haut (II).

» Si l'on fait, par exemple, $i=5$, cas qui se rencontre dans une infinité de familles, telles que $E = \overline{4n}^2 + 5n$; $= \overline{7n}^2 + 11n$; $= \overline{9n}^2 + 13n$; $= \overline{31n}^2 + 17n$; $= \overline{59n}^2 + 41n$; ..., on trouve, en effectuant les calculs indiqués ci-dessus et tenant compte de ce qu'ici $r_5 = 0$, $r_4 = 1$, $r_3 = q_5$:

$$\begin{aligned} 2a &= q_1 d + r_1 = q_1(q_2 r_1 + r_2) + r_1 \\ &= r_1(q_1 q_2 + 1) + q_1 r_2 = (q_3 r_2 + r_3)(q_1 q_2 + 1) + q_1(q_4 r_3 + r_4) = \ldots \\ &= q_5 q_4 q_3 q_2 q_1 + q_5 q_4 q_3 + q_5 q_4 q_1 + q_5 q_2 q_1 + q_3 q_2 q_1 + q_5 + q_3 + q_1, \end{aligned}$$

et, d'autre part,

$$\begin{aligned} Q_5 &= q_5(q_4 Q_3 + Q_2) + Q_3 = Q_3(q_5 q_4 + 1) + q_5 Q_2 \\ &= q_5 q_4 q_3 Q_2 + q_5 q_4 Q_1 + q_3 Q_2 + q_5 Q_2 + Q_1 = \ldots \\ &= q_5 q_4 q_3 q_2 q_1 + q_5 q_4 q_3 + q_5 q_4 q_1 + q_5 q_2 q_1 + q_3 q_2 q_1 + q_5 + q_3 + q_1 = 2a. \end{aligned}$$

» Un calcul analogue donne pareillement $Q_4 = d$. La loi de formation de ces expressions de $2a$ et Q_i, d et Q_{i-1} est manifeste et générale.

» IV. On comprend aussi, par la nature et la marche de l'opération, qu'il n'existe aucune raison *algébrique* pour que la coïncidence des réduites $\frac{P_i}{Q_i}$, $\frac{\Pi_i}{X_i}$ se reproduise plus loin, si ce n'est dans les périodes qui sont algé-

briquement régulières, c'est-à-dire dans celles de l'un des groupes réguliers (E_d), et par conséquent :

» *Pour tout nombre* E *ne faisant partie d'aucun groupe* (E_d), *l'apparition d'une nouvelle coïncidence autre que celle mentionnée au théorème I ne peut se présenter qu'à titre de cas* NUMÉRIQUE *accidentel.*

» Il n'en est pas de même pour les nombres appartenant à l'un quelconque des groupes (E_d). La coïncidence primordiale s'y reproduit, au contraire, périodiquement, selon des règles et à des intervalles variables d'un groupe à l'autre, qui présentent, dans quelques-uns de ces groupes, un caractère de symétrie remarquable, et que je ferai connaître. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la nature des intégrales algébriques de l'équation de Riccati.* Note de M. AUTONNE, présentée par M. Jordan.

« Soit une équation de Riccati

$$\frac{dy}{dx} + Py^2 + Qy + R = 0; \tag{1}$$

M. Émile Picard a démontré (*Annales scientifiques de l'École Normale*, 1877) que, si l'on désigne par z, α, β trois solutions quelconques de (1), une quatrième solution quelconque y satisfera à l'équation

$$\frac{y-\alpha}{y-\beta} = k\frac{z-\alpha}{z-\beta}, \tag{2}$$

où k désigne une constante. Supposons P, Q et R rationnels en x; si z satisfait à une équation algébrique Ω de degré m, à coefficients rationnels et irréductibles, les m racines de Ω seront des intégrales de (1). L'équation Ω jouira de propriétés remarquables, énoncées dans les deux propositions suivantes :

» THÉORÈME I. — *Par l'adjonction de deux intégrales quelconques de* (1), *l'équation* Ω *se décompose en facteurs abéliens.*

» En effet, adjoignons à Ω les intégrales α et β; soit Ω' un des facteurs irréductibles dans lesquels se décomposent Ω, z, y, u, ..., les racines de Ω', on aura

$$\frac{y-\alpha}{y-\beta} = k\frac{z-\alpha}{z-\beta}, \quad y = \frac{z\dfrac{\alpha-k\beta}{1-k} - \alpha\beta}{z + \dfrac{k\alpha-\beta}{1-k}},$$

$$y = \varphi(k', z, \alpha, \beta)$$

et, de même,

$$u = \varphi(k', z, \alpha, \beta),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Or, on vérifie sans peine que

$$\varphi(k, u, \alpha, \beta) = \varphi(kk', z, \alpha, \beta) = \varphi(k', y, \alpha, \beta);$$

les symboles des opérations $\varphi(k, z, \alpha, \beta)$ et $\varphi(k', z, \alpha, \beta)$ sont échangeables, et par suite l'équation Ω' est abélienne.

» D'ailleurs, il faut évidemment que les substitutions

$$s = |z \quad \varphi(k, z, \alpha, \beta)|$$

soient d'ordre fini; comme, pour un entier λ quelconque, $s^\lambda = \varphi(k^\lambda, z, \alpha, \beta)$, les k doivent être des racines de l'unité.

» Théorème II. — *Toutes les racines m de Ω sont fonctions rationnelles de deux quelconques d'entre elles; si donc le degré m de Ω est premier, Ω est une équation de Galois.*

» Soient, en effet, z, α, β trois racines quelconques de Ω; adjoignons à Ω α et β; soit Ω'' le facteur irréductible dont z est racine; μ le degré de Ω''; si $\mu = 1$, le théorème est démontré; si $\mu > 1$, la substitution

$$s = |z \quad \varphi(k, z, \alpha, \beta)|$$

est d'ordre fini et k est une racine de l'unité. Cela posé, au lieu d'adjoindre α et β, adjoignons z et β; soit Ω''' le facteur irréductible dont α est racine, et ν le degré de Ω'''. Si $\nu > 1$, la substitution

$$t = |\alpha \quad \varphi(k, z, \alpha, \beta)|,$$

c'est-à-dire, comme on le voit aisément,

$$t = |\alpha \quad \varphi(1 - k, \alpha, z, \beta)|,$$

doit être d'ordre fini, et $1 - k$ est racine de l'unité. Par suite, s et t ne pouvant être simultanément d'ordre fini, $\nu = 1$ et le théorème est démontré.

» Dans le cas où $P = 0$, ce qui réduit l'équation (1) à une équation linéaire, l'équation algébrique Ω, définie comme plus haut, jouit des propriétés suivantes :

» 1° *Toutes les m racines de Ω sont fonctions rationnelles d'une quelconque d'entre elles.*

» 2° *L'adjonction d'une intégrale quelconque de l'équation*

$$(1)' \qquad \frac{dy}{dx} + Qy + R = 0,$$

décompose Ω en facteurs irréductibles abéliens. »

MÉCANIQUE. — *Règles pratiques pour la substitution, à un arc donné, de certaines courbes fermées, engendrées par les points d'une bielle en mouvement. Cas général.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Resal.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication [1], que, lorsqu'on substituait à des arcs donnés les courbes fermées décrites par les points d'une bielle oscillante, il convenait, pour obtenir toute l'approximation que comporte ce mécanisme, de prendre le point décrivant sur une droite particulière dont la position a été fixée.

» Le problème que nous traitons ici se présente souvent dans les machines, et la disposition d'organes à laquelle il correspond est utilisée fréquemment dans l'industrie. Pour certains appareils et, en particulier, dans divers concasseurs et broyeurs de matières dures, c'est cette disposition même qui constitue la partie principale du mécanisme.

» Mais les constructeurs n'ont, à cet égard, aucune règle fixe et en sont réduits à des épures difficiles ou à des hypothèses trop éloignées de l'exactitude.

» L'objet de la présente Note est d'indiquer les règles pratiques qui doivent être observées dans cette substitution d'une courbe complète à un arc dont on connaît la courbure moyenne et la longueur.

» Nous appellerons position moyenne de la bielle celle dans laquelle la tête B serait placée au centre A du cercle qu'elle décrit, et nous nommerons O la position correspondante du pied C assujetti à rester sur l'arc de rayon R qu'il doit décrire.

» Les divers points seront rapportés à la tangente Ox et à la normale Oy de cet arc R, Ox étant dirigée du côté du centre A et Oy du côté du centre du cercle R.

» Nous désignerons, en outre, par l la longueur de l'axe BC de la bielle, par r le rayon du cercle AB décrit par la tête et par γ l'angle de l'axe de

(1) *Comptes rendus*, 5 mars 1883.

la bielle, avec Ox quand cette bielle est dans la position précédemment définie.

» Ainsi que nous l'avons vu dans une Communication antérieure ([1]), le point décrivant doit être pris sur la droite Oy quand la bielle occupe sa position moyenne. Nous supposerons donc que le point satisfait à cette condition et nous désignerons par y son ordonnée.

» Cela posé, si nous considérons la courbe en huit que trace le point décrivant, cette courbe est très aplatie dans le sens Oy et, si nous prenons la ligne diamétrale des cordes parallèles à cette direction, nous obtenons un arc qui traverse la courbe en huit, s'en écarte fort peu et que nous lui substituerons.

» Or, au degré d'approximation que comporte la question, cette ligne peut elle-même être remplacée par un cercle de rayon

$$\frac{l}{\cos\zeta}\,\frac{\cos^2\gamma}{\cos 2\zeta\sin(\zeta+\gamma)+\frac{l}{R}\cos 2(\zeta+\gamma)\cos\zeta},$$

l'angle auxiliaire ζ étant donné par la relation

$$\operatorname{tang}\zeta=\frac{y-l\sin\gamma}{l\cos\gamma};$$

il suffit donc d'égaler le rayon précédent au rayon $\mathfrak{R}$ du cercle qui se rapproche le plus de l'arc donné, cercle dont nous avons indiqué le tracé ([2]), pour obtenir une première relation à laquelle doit satisfaire le point décrivant,

$$\frac{l}{\mathfrak{R}}\,\frac{\cos^2\gamma}{\cos\zeta}=\cos 2\zeta\sin(\zeta+\gamma)+\frac{l}{R}\cos 2(\zeta+\gamma)\cos\zeta.$$

» Cette relation étant satisfaite, on voit, par ce qui précède, que la courbe fermée tracée par le point décrivant est infléchie suivant l'arc de rayon R, c'est-à-dire présente, en quelque sorte, la même courbure générale que l'arc donné. Il ne reste plus dès lors qu'à lui donner la même amplitude.

» Or l'amplitude de la courbe fermée comptée dans le sens Ox est fournie par l'expression

$$\frac{2r}{\cos\zeta}.$$

([1]) *Loc. cit.*

([2]) *Comptes rendus* des 3 décembre 1877, 3 et 24 juin 1878.

» Si donc on désigne par 2X la quantité correspondante pour l'arc donné, on a la seconde relation

$$2X = \frac{2r}{\cos\zeta},$$

qui permet, avec la précédente, de fixer le point décrivant.

» Quant à l'écart maximum compris entre la courbe complète et la ligne moyenne de rayon $\mathcal{R}$, il est donné par la formule

$$\Delta = \pm \frac{r^2}{2l} \frac{\sin(\zeta+\gamma)}{\cos\gamma} \left[\frac{l\cos(\zeta+\gamma)}{R} + \sin\zeta\right],$$

qui permet ainsi de connaître dans chaque cas l'approximation sur laquelle on peut compter.

» Il est d'ailleurs nécessaire, dans l'application de ces diverses formules, d'avoir égard aux signes des rayons de courbure R et $\mathcal{R}$, lesquels sont supposés positifs quand ils sont dirigés du côté des y positifs. »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques de quelques gaz aux températures élevées.* Note de M. **Vieille**, présentée par M. Cornu.

« L'identité des chaleurs spécifiques de l'oxyde de carbone et de l'azote permet d'aborder directement, ainsi que nous l'avons fait remarquer dans une Communication précédente, l'étude des chaleurs spécifiques des gaz simples aux hautes températures à l'aide des mélanges cyanogénés brûlant pour oxyde de carbone. Il semble tout au moins qu'on puisse fixer avec certitude une limite supérieure de la variation des chaleurs spécifiques jusqu'aux températures de 4000°.

» Nous allons montrer, en effet, que, contrairement à ce qui a lieu pour tous les autres mélanges tonnants, la température déduite de la pression maxima développée en vase clos par les mélanges cyanogénés, en admettant la réaction théorique, constitue une limite *inférieure* de la température de combustion, et que, d'autre part, il est facile d'évaluer une limite supérieure de la quantité de chaleur mise en jeu par la réaction. Le quotient de ces deux quantités sera donc une limite supérieure de la chaleur spécifique moyenne à volume constant des gaz Az, H, O et CO.

» *Dissociation des mélanges cyanogénés brûlant pour oxyde de carbone.* — L'analyse des produits de la combustion des mélanges de cette espèce montre que la réaction théorique n'est pas rigoureusement exacte. Aux basses températures, la réaction n'est pas complète et de petites quantités

de cyanogène échappent à la combustion; à des températures plus élevées, l'oxyde de carbone se dissocie : il y a production d'acide carbonique et dépôt de carbone. Ce dépôt, imperceptible à 3200° pour le mélange $C^2Az + O^2 + Az^2$, augmente progressivement, de manière à ternir et à noircir complètement la bombe à 4000° pour le mélange $C^2Az + O^2$. D'autre part, la vapeur d'eau qui existe presque toujours dans le mélange à la tension normale correspondant à la température initiale de l'expérience est réduite par l'oxyde de carbone au moment de l'explosion, d'où une nouvelle quantité d'acide carbonique et la production simultanée d'hydrogène libre.

» Les analyses suivantes mettent nettement ces faits en évidence :

Mélange initial.

$C^2Az + O^2 + \frac{7}{24}Az$			$C^2Az + O^2 + Az^2$			$C^2Az + O^2 + Az$			$C^2Az + O^2 + \frac{3}{4}Az$		
Composition finale.											
CO^2, C^2Az ..	4,82	27,24	CO^2 ..	3,50	38,79	CO^2 ..	3,84	49,26	CO^2 ..	6,10	51,57
CO	22,42		CO. .	35,29		CO...	45,42		CO...	45,47	
H	1,14		H....	0,99		H....	1,70		H....	1,70	
Az......	71,62		Az ..	60,22		Az...	49,04		Az...	46,73	
	100,00			100,00			100,00			100,00	

» Mais il est facile de voir que tous ces effets tendent à diminuer le volume théorique de l'état final. Le fait est évident dans le cas de la combustion incomplète du cyanogène. Dans le cas des combustions complètes, la dissociation pure et simple de l'oxyde de carbone C + O n'altère pas le volume de l'oxyde de carbone, ou le réduit à moitié si le carbone ne subsiste pas à l'état de vapeur; la réduction de l'eau par l'oxyde de carbone avec production d'hydrogène a lieu sans changement de volume; le dépôt de carbone corrélatif de la production d'acide carbonique réduit le volume de l'oxyde de carbone à zéro ou à un demi-volume selon que l'on admet que le carbone prend ou ne prend pas l'état gazeux.

» On voit donc que, dans toute hypothèse, les températures calculées et qui figurent dans le Tableau ci-après constituent des limites *inférieures* des températures réellement développées dans les appareils.

» *Quantités de chaleur mises en jeu.* — La quantité de chaleur théorique répondant à la réaction $C^2Az + O^2 = 2CO + Az$ est légèrement faussée par les phénomènes que nous venons de signaler, mais l'analyse des produits de l'état final permet de la rectifier et de fixer en tout cas une limite supérieure de sa valeur. La réduction de la vapeur d'eau donne lieu à une

correction insignifiante, parce que la chaleur de combustion de l'hydrogène est très voisine de celle de l'oxyde de carbone.

» La dissociation de l'oxyde de carbone avec production d'acide carbonique conduit, au moins pour les températures élevées, à une correction plus importante, parce que la chaleur de combustion de l'oxyde de carbone est égale à deux fois et demie la chaleur de combustion du carbone. Mais, comme la quantité d'acide carbonique formée au moment du maximum est évidemment au plus égale à celle qui persiste après refroidissement, la correction calculée d'après l'état final est une correction maxima.

» Le Tableau suivant résume les résultats de nos essais obtenus, pour divers mélanges, dans deux récipients dont les surfaces de refroidissement diffèrent notablement :

Bombe de 300^{cc}.

Nature des mélanges.	$C^2Az + O^2 + \frac{79}{21} Az^2$.	$C^2Az + O^2 + Az^2$.	$C^2Az + O^2 + \frac{3}{4} Az$.	$C^2Az + O^2$.
Pressions observées (par cent. carré).	$10^{kg},60$	$13^{kg},88$	$18^{kg},65$	$23^{kg},06$
Nombre des expériences.......	1	4	2	1
Écart moyen................	»	0,10	0,10	»
Températures...............	2435°	2817°	3527°	3927°
Chaleurs spécifiques..........	7,78	9,32	10,08	11,42

Bombe de $1^l,400$.

Pressions observées (par cent. carré).	$12^{kg},02$	$15^{kg},56$	$21^{kg},09$	»
Nombre des expériences.......	2	3	2	»
Écart moyen................	0,3	0,26	0,16	»
Températures...............	2810°	3191°	4024°	»
Chaleurs spécifiques..........	6,74	8,24	8,82	»

» On peut donc, à l'aide de ces deux séries d'expériences et de quelques autres résultats obtenus dans des récipients munis de surfaces de refroidissement auxiliaires, appliquer un mode de correction que nous avons précédemment décrit, destiné à tenir compte du refroidissement. Cette correction, qui résulte d'une extrapolation, présente toujours quelque incertitude, mais il est possible de lui attribuer, avec rigueur, une valeur minima.

» On obtient ainsi les valeurs maxima suivantes pour les chaleurs moléculaires moyennes des gaz H, O, Az, CO aux hautes températures et à volume constant.

		Températures.	Chaleurs spécifiques.
Valeur de la chaleur moléculaire à volume constant des gaz simples H^2, O^4, Az^2 à la température ordinaire...............	4,8...	3100°	6,30
		3600	7,30
		4400	8,10

» Ce résultat peut s'énoncer comme il suit :

» La chaleur spécifique moyenne à volume constant des gaz CO, Az, H, O varie au plus des deux tiers de sa valeur entre o et 4400°.

» Toutes ces déductions sont basées sur les hypothèses de la constance du coefficient de dilatation des gaz à volume constant et de l'exactitude de la loi de Mariotte aux températures élevées. Ces hypothèses impliquent que la différence des chaleurs spécifiques, à volume constant et à pression constante, est constante. On peut donc énoncer avec le même degré d'approximation une relation analogue pour les chaleurs spécifiques à pression constante. »

ÉLECTRICITÉ. — *Le dynamographe électrique ou appareil enregistreur du travail des machines.* Note de M. C. **Resio**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences par M. Th. du Moncel à la séance du 27 mars 1882, je donnais la description d'un appareil indicateur du travail des machines au moyen du téléphone qui, faisant connaître la torsion de l'axe moteur et sa vitesse angulaire au moment où l'appareil est interrogé, donne les éléments nécessaires pour calculer le travail de la machine à laquelle il est appliqué.

» J'ai étudié un autre appareil qui peut enregistrer automatiquement une courbe dont les ordonnées sont proportionnelles à l'effort appliqué à l'axe moteur, et les abscisses proportionnelles à sa vitesse angulaire; par conséquent, l'aire comprise entre deux ordonnées quelconques, la courbe et l'axe des abscisses, fait connaître le travail de la machine dans le temps que le diagramme a été tracé.

» Le *dynamographe* se compose de deux parties, du transmetteur et du récepteur ou enregistreur. Le transmetteur consiste en une disposition mécanique assez simple, adaptée à l'axe moteur et au moyen de laquelle la torsion se borne à faire glisser un anneau qui embrasse l'axe dans le sens de sa longueur, de manière que ses déplacements soient proportionnels à la torsion. Une tige métallique à section rectangulaire est placée à côté de l'anneau, parallèlement à l'axe, et reçoit, entre deux petites mâchoires partant de son milieu, un bord plat de l'anneau dont le plan est perpendiculaire à l'axe. Il s'ensuit que la tige doit suivre tous les mouvements de l'anneau, et ses déplacements, qui sont parallèles à l'axe, seront encore proportionnels à la torsion. Si, à cette tige, on adapte un index dont la pointe soit au-dessus d'une règle fixe, sa position sur cette règle fera

connaître, à chaque instant, la torsion et, par conséquent, l'effort du moteur. Or les mouvements de cet index sont transmis électriquement, aussi bien que la vitesse angulaire de l'axe, à l'appareil enregistreur qui trace une courbe dont les ordonnées sont proportionnelles à ses déplacements du *zéro* ou du point correspondant à la torsion nulle et les abscisses à la vitesse angulaire.

» La disposition mécanique, pour opérer cette transmission, se compose d'une horloge qui lance, à chaque minute, deux courants électriques dans un circuit, de manière que *le temps qui s'écoule entre deux émissions consécutives est exactement proportionnel au déplacement de l'index et, par conséquent, à l'effort moteur;* ce temps est toujours moindre que soixante secondes.

» Du côté du récepteur, la partie du mécanisme qui a pour but d'enregistrer la torsion se compose aussi d'une horloge, qui communique à un cylindre portant en relief, sur sa surface, un pas d'hélice ou de vis dont le filet est continuellement encré, un mouvement uniforme de rotation de manière à faire un tour en soixante secondes. Ce cylindre n'est pas fixe sur son axe, mais il appuie sur celui-ci à frottement doux; il s'ensuit qu'il peut être arrêté sans que l'axe cesse de tourner avec sa vitesse. Or il arrive que, à la première émission du courant lancé dans le circuit qui relie les deux appareils transmetteur et récepteur, l'hélice est déclanchée et commence à tourner; à la seconde émission, une bande de papier, qui se déroule lentement, avec une vitesse proportionnelle à celle de la machine et qui passe au-dessous et très près du fil de l'hélice, est portée vivement, par l'action d'un électro, au contact du fil de l'hélice, et une trace à l'encre se fait sur le papier; et puisque, à la première émission, une autre trace se produit sur le papier; il est évident que la distance des deux traces est proportionnelle au temps écoulé entre les deux émissions de courant et, par conséquent, à la torsion ou à l'effort appliqué à l'axe moteur. Le premier trait à l'encre se produit toujours au moment du déclanchement de l'hélice, et, comme ces traces se suivent de très près, puisque le mouvement du papier est lent, elles donnent naissance à une droite parallèle au bord du papier. Les traces dues à la seconde émission donnent lieu à une courbe dont les coordonnées seront les distances indiquées ci-dessus et, par conséquent, seront proportionnelles à la torsion ou à l'effort moteur. Si la vitesse d'entraînement du papier est proportionnelle à la vitesse angulaire de l'axe, on aura donc une courbe qui fera connaître le travail de la machine à laquelle le dynamographe est appliqué. Sa disposition mécanique, pour atteindre ce but, est très simple. Un circuit électrique, contenant un électro du récepteur, est

fermé à chaque tour de l'axe moteur; par conséquent l'armature de l'électro fait aussi une oscillation à chaque tour. Or cette armature étant en relation avec une roue à rochet, au moyen d'un encliquetage, une dent de celle-ci est poussée en avant à chaque oscillation ou à chaque rotation de l'axe de la machine. Si la roue à rochet a 20 dents, et si une vis perpétuelle, appliquée à son axe, engrène avec une roue ayant 50 dents, calée sur l'arbre du cylindre qui entraîne la bande de papier, les oscillations de l'armature se traduisent en un mouvement lent de rotation du cylindre, qui fera un tour tandis que l'axe moteur de la machine en fait 1000, et la bande de papier sera entraînée avec une vitesse proportionnelle à la vitesse angulaire de l'axe auquel l'appareil est appliqué. Le cylindre entraîneur laisse, à chaque tour, 10 traces à sec sur le papier; 9 de ces traces sont simples, la dixième est double; par conséquent la distance des traces simples indique 100 tours, et la distance des traces doubles correspond à 1000 tours de l'axe. Le temps étant ainsi indiqué sur la bande de papier par des traits à l'encre, on a tous les éléments pour calculer le travail de la machine. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un point fondamental de théorie, du Rapport présenté par M.* Cornu [1]. Note de M. G. **Cabanellas**.

« J'aurai l'honneur de produire ultérieurement la discussion complète des expériences officiellement contrôlées par l'Académie à la gare du Nord : elles comportent diverses conclusions d'un sérieux intérêt. Aujourd'hui j'examinerai seulement le point de doctrine qui se relie à l'établissement de la formule nouvelle $\frac{T_u}{T_m} = \frac{e}{E} H h$, d'après laquelle le rendement dynamométrique égalerait le produit de trois facteurs : 1° le rendement électrique $\frac{e}{E}$; 2° et 3° les coefficients H et h qui seraient les coefficients pratiques de transformation d'énergie des deux machines.

» Le Rapport détermine les forces électromotrices par les formules $e = u - rI$, $E = U + RI$, et les coefficients par les formules $h = \frac{T_u}{eI \times \frac{1}{75g}}$, $H = \frac{EI \times \frac{1}{75g}}{T_m}$; en remplaçant e, E, h, H par ces valeurs, on a l'identité

$$\frac{T_u}{T_m} = \frac{T_u}{T_m}.$$

[1] Expériences de transport électrique à la gare du Nord, Commission de l'Académie des Sciences, n° 15 des *Comptes rendus*, 9 avril 1883.

Ainsi, des valeurs quelconques et fausses de u, U, r, R, I fourniraient des vérifications apparentes de la formule; il faut le noter pour éviter une mauvaise interprétation de cette phrase du Rapport : « On voit ainsi *pour-» quoi* le rendement dynamométrique est toujours moindre que le ren-» dement électrique. » Par son origine, la formule à trois facteurs est nécessairement privée de toute vertu significative ou explicative.

» Le point fondamental de théorie qu'il importe de signaler est celui-ci : le Rapport a calculé les forces électromotrices par les formules

$$e = u - rI, \quad E = U + RI,$$

dans lesquelles r, R sont les résistances *statiques* mesurées l'anneau immobile, ce qui constituerait au moins une pétition de principe, puisqu'il s'agit de machines en mouvement, mais, en outre, nos travaux antérieurs ont prouvé que, pour rendre ces formules applicables en marche, il faut donner à r, R leurs valeurs *dynamiques* respectives, plus grandes, correspondantes aux régimes d'allure. Les répercussions successives font donc que, pour avoir faussé les valeurs de e, E, le Rapport fausse inévitablement $\frac{e}{E}$, h, H.

» De fait, si nous appelons D, d les déficits de puissances des deux machines Gramme (kilogrammètres-seconde), la vérité est que l'on a

$$e = u - rI - g\frac{d}{I} \quad \text{et} \quad E = U + RI + g\frac{D}{I}.$$

» En dernière analyse, c'est la force électromotrice E du générateur qui comble les deux déficits des deux machines, et l'on a aussi

$$E = e + I(R + \rho + r) + g\frac{D + d}{I}.$$

On a encore

$$T_m = T_u + \frac{1}{75g}(R + \rho + r)I^2 + \frac{1}{75}(D + d + t'),$$

t' étant la puissance mécanique passive (frottements du récepteur). Nous rappelons que le déficit de puissance des machines à collecteur, dont nous avons le premier donné à l'Académie l'indication et la mesure précise, a été longtemps contesté, mais est maintenant officiellement reconnu depuis les Rapports de M. Tresca. Il suffit que ce déficit existe pour établir la certitude de nos conclusions précédentes : nous n'avons pas ici à nous préoccuper de savoir s'il est préférable d'admettre comme symbole explicatif de ce fait un accroissement de la résistance électrique métallique du fil de l'anneau, ou une force contre-électromotrice ou de self-induction, il suffit qu'il y ait

un déficit résultant, pour qu'il se traduise, avec l'un ou l'autre symbole, par un nombre déterminé de volts qui a été réellement prélevé sur E, puisque I n'en a pas moins circulé ([1]).

» Dans les conditions de la note, applicables en l'espèce, $\frac{1}{75g}$ EI représente rigoureusement T_m, de sorte que les frottements mécaniques passifs du générateur étant comptés, par le Rapport, en dehors de ce qu'il appelle T_m, on a rigoureusement, à toutes vitesses, $E = \frac{75gT_m}{I}$: le principe de la conservation de l'énergie l'exige absolument; ce n'est qu'au delà de ce premier chaînon inflexible de la transmission d'une quantité inaltérable d'énergie, que nous aurons le droit et le devoir de nous occuper du déficit de puissance du générateur d'électricité. H *n'est donc en aucune façon un coefficient pratique de transformation d'énergie de la génératrice, puisqu'en réalité la valeur de* H *est toujours rigoureusement égale à l'unité, pour toutes les vitesses, avec toutes machines à bon comme à mauvais rendement individuel,* pourvu qu'il n'y ait pas de fuite, pas de courants parasites hors du circuit prévu, et *quelque grand ou quelque petit que soit le déficit de la machine comparé à sa puissance.* Il résulte également de ce qui précède, que *h n'est pas davantage un coefficient de transformation d'énergie du récepteur, puisqu'avec une machine quelconque, électriquement avantageuse ou non, la valeur de h ne différera jamais de l'unité que seulement à cause des frottements des tourillons de la réceptrice et de ses autres résistances passives à la rotation (passif d'ordre purement mécanique).*

» En résumé, il me paraît légitime de conclure qu'il faut renoncer à la formule $\frac{T_u}{T_m} = \frac{e}{E} Hh$, dont l'établissement repose sur la nécessité de donner à la fois des valeurs fausses aux quatre quantités e, E, H et h.

» Au contraire, quand on détermine e et E par des observations et par des formules adéquates à chaque réalité expérimentale, selon des méthodes précises que j'ai données antérieurement, on constate que $\frac{T_u}{T_m}$ égale bien réellement $\frac{e}{E}$. Cette formule a toujours été vraie et sera toujours vraie, in-

([1]) L'expérience directe montre que, si l'on fait tourner un anneau Gramme, à circuit ouvert, dans un puissant champ magnétique, aucun courant parasite appréciable ne vient établir de consommation nuisible d'énergie de ce chef; ce qui n'implique nullement l'absence de déficit de puissance dans le fonctionnement de l'anneau quand il fonctionnera, le déficit pouvant être très considérable néanmoins, mais ce qui prouve que toutes les forces électromotrices dues à l'action du champ seront pratiquement captées dans le circuit utile et prévu de la machine.

dépendamment de la constitution des appareils électriques, quels qu'ils soient [1].

» Dans le cas actuel, cette égalité est vraie en ne négligeant que les seules résistances mécaniques du récepteur (frottement des paliers, résistance de l'air, etc.). C'est dire que $\frac{e}{E}$ *donne même rigoureusement le rendement dynamométrique* $\frac{T_u}{T_m}$ *si e est calculé par la formule* $\frac{75 g T_u}{I}$, *parce que cette dernière formule donne ce que j'ai appelé la force contre-électromotrice nette du récepteur*, ou, en d'autres termes, la partie de la force électromotrice utilisable en puissance réellement disponible et récoltée au frein.

» Nos conclusions sont donc en complet désaccord avec le Rapport (p. 1006): « l'expérience montre que le rendement électrique est notable- « ment plus élevé que le rendement dynamométrique : de là une objection « grave à la validité de la théorie électrique du transport de la force... »

» Nous estimons, au contraire, que l'expérience est, sur ce point, en parfait accord avec l'ancienne et belle unité théorique; seulement il faut donner, bien entendu, aux forces électromotrices, les valeurs qu'elles ont véritablement dans chaque réalité expérimentale. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De la variation annuelle de la température des eaux du golfe de Naples.* Note de M. E. SEMMOLA, présentée par M. Th. du Moncel.

« Pendant les mois de juin et d'août 1879 et de janvier 1880, j'ai mesuré la température des eaux du golfe de Naples de la surface jusqu'au fond, le plus souvent de 10^m en 10^m, avec un thermomètre à renversement de MM. Negretti et Dombia. D'ordinaire les observations furent exécutées dans des journées tout à fait calmes et sereines, depuis 11^h du matin jusqu'à 3^h de l'après-midi. Les mesures furent répétées dans six ou sept localités diverses, toujours assez éloignées des côtes. Voici les résultats de ces mesures.

» Pendant le mois de juin, la température des couches superficielles de la mer varia, selon les lieux, les jours et les heures, de 21° C. à 23°, et elle fut toujours sensiblement plus chaude au voisinage immédiat de la

(1) J'ai communiqué à l'Académie une application numérique de ma méthode de reconstitution des éléments électriques et des rendements des transports, lorsque j'ai ramené à 21 ou 15 pour 100 (suivant ce dont on tenait compte) les 68 pour 100 que M. Deprez croyait avoir atteints dans le transport de Miesbach à Munich.

côte. Dans les couches inférieures, la température baissait assez rapidement, de manière qu'à la profondeur de 10^m elle varie de $17°$ à $19°$ C., à 20^m de $16°$ à $18°$, à 30^m de $15°,5$ à $17°$, à 50^m de $15°$ à $16°$. A 80^m, la température change seulement de quelques dixièmes de degré, de $14°,3$ à $14°,9$, et enfin de 110^m à 180^m, qui a été la plus grande profondeur, trouvée seulement en certains endroits ou au milieu du golfe, ou au dehors, la température resta constamment de $14°$.

» Dans le mois d'août, la surface de la mer s'était réchauffée et atteignait $27°$; elle était donc de $5°$ plus chaude que pendant le mois de juin précédent. A 10^m on trouva une chaleur de près de $23°$ (dans le mois de juin elle était de $18°$); au contraire, pour les couches plus profondes le réchauffement était beaucoup moins prononcé; à 30^m, la température moyenne fut de $17°,8$, c'est-à-dire de $1°,7$ supérieure à celle du mois de juin; à 50^m, on trouva $16°,6$ (dans le mois de juin $15°,4$); à 110^m, $14°,2$ (dans le mois de juin, $14°$); et enfin au delà de 130^m la température resta constante à $14°$, comme dans la saison précédente. Donc, pendant le mois d'août, la température change, variant de la surface au fond, de $27°$ à $14°$, c'est-à-dire avec une différence de $13°$ pour une différence de profondeur d'une centaine de mètres. Quelle énorme différence en comparaison des changements de température qu'on observe à diverses hauteurs dans notre atmosphère!

» La température des eaux de la Méditerranée à la latitude $36°,53$ et à la longitude de $5°,55$ fut, d'après les observations exécutées pendant le mois d'août 1870 par l'expédition anglaise dirigée par M. le professeur Carpenter, de $25°$ à la surface, de $15°,5$ à la profondeur de 56^m, de $14°$ à 73^m, de $13°$ à 183^m, et elle resta presque la même aux plus grandes profondeurs de 3000^m. Ces mesures mettent en évidence la relation intime qui existe entre la température de la Méditerranée et celle des eaux du golfe de Naples, qui, d'après les diverses mesures, sont seulement de quelques degrés plus chaudes. Pour connaître l'influence qu'exercent les eaux des fleuves sur la température de la mer aux points où elles s'écoulent, j'ai fait, le 20 août, des observations tout près des embouchures du fleuve Sarno, près de Castellamare. La température à la surface était de $20°$; et au fond, à 4^m seulement de profondeur, elle était de $24°$; c'est-à-dire que l'eau fraîche du fleuve se superposait à l'eau plus chaude de la mer. Répétant les mesures plus loin des embouchures, la perturbation décroissait, et elle cessa tout à fait à la distance de 500^m environ, où la température à la surface était de $26°,6$; à 10^m de profondeur elle était de $20°,6$, comme presque partout.

» Enfin les mesures exécutées pendant les mois de janvier et de février 1880, lesquels mois, comme tout l'hiver de cette année-là, furent très froids, ont donné les résultats suivants. La température de la surface fut à peu près de 14°, et un jour bien froid de près de 13°; elle resta au même degré jusqu'au fond, de manière que, à 180^{m}, elle ne fut jamais inférieure à 13°. Je n'ai jamais vérifié ce que dit M. Mohn dans sa *Météorologie*, que tout près de la côte, dans les grands froids de l'hiver, on trouve les couches supérieures plus froides que les couches inférieures, ce qui ferait supposer que la température s'élèverait en descendant jusqu'à un certain niveau, et redescendrait ensuite de nouveau. L'uniformité de la température de la surface au fond, pendant l'hiver, démontre combien est facile la propagation du froid par transport des couches supérieures aux couches inférieures. Au contraire, pendant l'été, le transport manquant, la chaleur ne peut se propager que par les vagues, et il est permis de négliger l'effet de la conductibilité calorifique de l'eau.

» La température de 13° environ qu'on a observée à la surface dans l'hiver, et celle de 27° pendant l'été, peuvent être considérées comme les extrêmes de l'année; en conséquence, on peut considérer que la température moyenne annuelle de la surface du golfe de Naples est de 20°, c'est-à-dire de 3° supérieure à celle de la ville. Cette valeur se trouve parfaitement d'accord avec la température moyenne annuelle de la Méditerranée donnée par M. Mohn, qui est de 16° à 19° pour la Méditerranée occidentale, et de 21° à 23° pour la moitié orientale de cette mer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'alcool amylique produit accessoirement dans la fermentation alcoolique.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai annoncé dans le temps [1] que le vin blanc naturel renfermait des proportions d'alcool amylique assez notables: 0^{cc},2 par litre. M. Henninger a, de même, trouvé cet alcool dans les vins rouges de Bordeaux. A cette proportion de 0^{cc},2, il faudrait ajouter encore le contenu des queues de distillation qui passent vers 85° et renferment tous les alcools de fermentation et, en outre, de l'eau. J'ai déterminé à deux reprises la quantité d'alcools supérieurs renfermée dans ce mélange par l'emploi combiné du carbonate de potassium et de la distillation; je suis arrivé à un volume un

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 912.

peu plus grand que celui des huiles volatiles surnageant pendant la distillation, mais ce dosage peu précis et très laborieux n'a pas un intérêt suffisant et je me suis borné à mesurer l'huile qui surnage, que l'on peut déterminer assez facilement à moins d'un centimètre cube près. Voici comment j'opère : Partant de 50^{lit} environ de moût, on distille une première fois avec quinze plateaux, en réunissant toutes les parties alcooliques ensemble. A la seconde distillation on recueille à part jusqu'à 82° l'alcool riche; de 82° à 90°, les queues; ensuite de l'eau alcoolisée sur laquelle nagent des gouttes d'alcool amylique que l'on recueille dans un entonnoir à robinet; le thermomètre monte alors presque subitement jusqu'à 100°, toutes ces parties aqueuses sont réunies à celles qui ont passé entre 82° et 90°. On ajoute à la première fraction le quart de son volume d'eau et l'on fait un troisième fractionnement qui fournit encore quelques gouttes huileuses : on peut s'arrêter là.

» J'aurais désiré cultiver dans le sucre pur de la véritable levure de vin (Pasteur), *Saccharomyces ellipsoïdus* (Reess); mais notre récolte de l'an dernier n'a fermenté qu'avec le *S. pastorianus*. Il est possible que ce fait se renouvelle ailleurs et même dans de bonnes années, et cela justifierait le procédé déjà employé en Allemagne qui consiste à stériliser le moût pour l'ensemencer ensuite avec un ferment choisi; ce procédé a aussi pour résultat d'éliminer les nombreux *dematium* qui pullulent sur les raisins; dans certain pays du Midi on décante le moût aussitôt que la première mousse apparaît : je pense que cette précaution doit avoir également pour effet l'élimination des fausses levures. Ces *dematium* se reproduisent non seulement sur les pleurs de la vigne, mais sur les gommes des arbres fruitiers : je n'y ai jamais rencontré de véritables levures. Sur les framboises on a trouvé, outre le *S. apiculatus*, une levure presque ronde, fournissant 2,5 pour 100 d'alcool et que je propose d'appeler *Saccharomyces Würtzii*. On en a fait une douzaine de cultures sur le moût de vin sans arriver à obtenir la fermentation complète; au contraire, cette levure a dépéri.

» Avec la levure de bière, on a pu faire une série d'expériences comparatives dont voici les résultats :

	Alcools surnageants.
	cc
Bière de Strasbourg 60^{lit}	3,5
4^{kg} de sucre avec $0^{kg},400$ de levure à 15°	1,0
4^{kg} » $0^{kg},400$ » 40°	0,5
4^{kg} » $4^{kg},000$ » 15°	1,5 (1)

(1) Il s'etait développé une forte proportion de levure caséeuse.

» Les moûts naturels fermentés renferment donc plus d'alcools supérieurs que celui que fournit le sucre (¹).

MINÉRALOGIE. — *Sur les macles et groupements réguliers de l'orthose du porphyre quartzifère de Four-la-Brouque, près d'Issoire (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« Les cristaux d'orthose du porphyre quartzifère de Four-la-Brouque sont depuis longtemps connus des minéralogistes. Mais, dans les collections, on ne rencontre guère communément que deux combinaisons de formes, savoir : 1° des cristaux simples, $mg^1pa^{\frac{1}{2}}$, allongés suivant l'arête $\frac{p}{g^1}$, et constituant des prismes à section transversale presque carrée, terminés par des sommets trièdres; non moins fréquemment $mg^2g^1pa^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$; j'ai observé $mg^2g^1pb^{\frac{1}{2}}$; 2° des macles de Carlsbad, la face de composition des deux cristaux qui les constituent est g^1. Les deux cristaux maclés se compliquent fréquemment de la facette a^1, que n'offrent, pour ainsi dire, jamais les cristaux simples de Four-la-Brouque.

» Ayant eu récemment l'occasion, grâce à mon ami, M. Bielawski, percepteur à Issoire, de me procurer plusieurs milliers de cristaux d'orthose de ce remarquable gisement, j'ai pu me convaincre que, si les deux combinaisons de formes précitées sont à peu près les seules connues, cela tient moins à une sorte de pauvreté cristallographique du gisement, qu'à la difficulté d'extraction des cristaux de la pâte du porphyre, très dur, qui les renferme.

» J'ai reconnu, au contraire, une très grande variété de macles et de groupements réguliers, dont quelques-uns possèdent la netteté qui caractérise les beaux individus des granites géodiques de Silésie, de Baveno et de l'île d'Elbe.

» Je les ai divisés en deux groupes : macles formées de deux cristaux et groupements réguliers de plusieurs cristaux ou macles.

1° MACLES FORMÉES DE DEUX CRISTAUX.

» A. *Macles suivant p, avec axe d'hémitropie perpendiculaire à cette face.* — Les macles de cette espèce, en général assez rares, sont au contraire assez abondamment répandues dans ce porphyre en question, pour que je

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

me croie fondé à proposer de les désigner sous la dénomination abrégée de *macles de Four-la-Brouque,* comme celles, dont il est question ci-après, le sont sous les noms, communément admis, de *macles de Carlsbad* et de *macles de Baveno*. Leur rareté dans les collections n'est que le fait d'une difficulté d'extraction due à deux causes, en dehors de celle provenant de la dureté de la roche, savoir : 1° l'allongement, considérable relativement aux cristaux simples, du prisme suivant l'arête $\frac{p}{g^1}$; 2° la faible adhérence des faces d'assemblage; les cristaux semblent parfois n'être que collés.

» Tandis que, pour l'une des extrémités de ces macles, $mg^2a^{\frac{1}{2}}$, les rapports d'étendue des faces sont à peu près constants; pour l'autre extrémité, le développement exagéré des faces $b^{\frac{1}{2}}$ ou $a^{\frac{1}{2}}$ donne au cristal l'aspect d'un prisme carré surmonté d'une pyramide posée sur les angles du prisme ou d'un toit à deux pentes excessivement surbaissé.

» B. *Macles de Carlsbad.* — Je ne parle de cette seconde espèce de macle, excessivement commune à Four-la-Brouque, que pour en citer un cas particulier, dont je n'ai trouvé d'ailleurs que peu de spécimens. C'est celui où, en même temps que les faces g^1 des deux cristaux composants se trouvent dans le même plan, aucun des dièdres $pa^{\frac{1}{2}}$ de l'un d'eux n'a, à l'une des extrémités de la macle, fait saillie sur la face p de l'autre. On a ainsi une sorte de *macle en cœur.*

» C. *Macles de Baveno.* — Cette troisième espèce de macles semble tout aussi rare que la première à Four-la-Brouque; mais cette rareté n'est encore qu'apparente et due à l'allongement excessif de ces cristaux suivant l'arête $\frac{p}{g^1}$. J'en ai quelques-uns, d'une netteté comparable à celle des cristaux de Baveno, et qui en reproduisent même certaines particularités tératologiques.

2° Groupements réguliers de plusieurs cristaux ou macles.

» J'ai observé les groupements réguliers suivants :

» *a*. Plusieurs cristaux simples assemblés parallèlement les uns aux autres et se pénétrant, de manière à conserver au groupement l'aspect général d'un cristal simple.

» *b*. Macle de Four-la-Brouque avec un cristal simple. — Dans cette disposition, deux cas différents se sont présentés, savoir :

» *b'*. Les arêtes $\frac{p}{g^1}$ de la macle et du cristal sont parallèles. Les faces p

et g^1 de la macle et du cristal peuvent être soit parallèles entre elles, soit perpendiculaires l'une à l'autre. J'ai rencontré ces deux groupements.

» *b''*. Les arêtes $\frac{p}{g^1}$ de la macle et du cristal font un angle, que j'ai trouvé être de 127°20' (rigoureusement, il doit être de 127°46'). Cette macle complexe, dont je n'ai qu'un seul, mais remarquable échantillon, peut être encore considérée comme le groupement d'une macle de Carlsbad et d'un cristal simple, qui serait accolé dos à dos avec un des composants de celle-ci et de même épaisseur.

» *c*. Macle de Four-la-Brouque avec macle de Carlsbad. — La face *p* de la première macle et h^1 (idéale) d'un des cristaux simples de la seconde font un angle que j'ai trouvé varier de 113° à 114° (et qui devrait être de 116°7'). Dans ce groupement, dont j'ai plusieurs échantillons, il y a trois cristaux de même épaisseur, les deux constituant la macle de Four-la-Brouque et un des cristaux de la macle de Carlsbad.

» *Nota*. — Le groupement observé par M. Des Cloizeaux dans les granits du cap d'Enfola, à l'île d'Elbe, est un cas particulier de celui-ci.

» *d*. Macle de Carlsbad avec un cristal simple. — Dans ce groupement, deux dispositions se sont offertes, savoir :

» *d'*. La face *p* du cristal simple est parallèle à celle d'un des composants de la macle de Carlsbad. Groupement assez fréquent.

» *d''*. Ces faces sont perpendiculaires l'une à l'autre. Je n'ai trouvé que deux spécimens de ce genre de groupement; mais l'un d'eux est fort net.

» D'ailleurs, dans les deux cas, les angles formés par la face *p* ou la face g^1 (suivant le cas) du cristal simple avec la face idéale h^1 de la macle est toujours d'environ 114°.

» *e*. Macle de Carlsbad avec macle de Carlsbad. — J'ai rencontré deux dispositions de ce groupement.

» *e'*. Les faces idéales h^1 des deux macles font un angle, que j'ai trouvé de 116°.

» *e''*. Les cristaux ont leurs faces de composition g^1 perpendiculaires l'une à l'autre.

» *f*. Macle de Baveno avec un cristal simple. — Ce groupement s'est réalisé, comme pour le premier de la série *a*; la macle de Baveno est continuée par un cristal simple. Ce dernier s'est même, une fois, rencontré avoir exactement les mêmes dimensions transversales que la macle. Sur les faces *p* et g^1 une simple ligne de suture révèle alors l'existence du groupement.

» Cette énumération de macles et de groupements réguliers, sans doute

incomplète encore, malgré sa longueur, suffit déjà néanmoins pour faire ressortir, aux yeux des minéralogistes, tout l'intérêt que présente l'étude du puissant filon de porphyre, dont les crêtes émergent des flancs abrupte du massif de Four-la-Brouque. »

MINÉRALOGIE. — *Recherches sur l'élasticité des minéraux et des roches.* Note de M. J. **Thoulet**, présentée par M. Daubrée.

« Dans les expériences qui suivent, j'ai cherché à acquérir quelques notions expérimentales sur la valeur des axes de l'ellipsoïde d'élasticité mécanique dans les minéraux et sur la position occupée par celui-ci dans un même minéral par rapport aux autres ellipsoïdes physiques déterminés au moyen des valeurs des indices de réfraction principaux, des coefficients de dilatation, etc. J'ai voulu en outre obtenir quelques renseignements sur ce qu'on est convenu d'appeler la *ténacité* des roches. L'étude si complexe des roches ne pourra se faire rationnellement que lorsqu'on sera en mesure de connaître et de comparer l'ensemble de toutes leurs propriétés physiques et d'appuyer les descriptions sur des nombres résultant d'expériences physiques ou chimiques et par conséquent indiscutables. J'ai voulu enfin essayer de mieux déterminer certaines propriétés de la matière dont la définition elle-même me paraît encore bien vague, au moins en Minéralogie et en Géologie, la ténacité, l'élasticité et la dureté.

» Si l'on écarte d'un certain angle un pendule composé d'une boule suspendue à un fil et qu'on le laisse tomber sur la surface polie d'un corps parfaitement immobile et disposée verticalement dans une position fixe, le pendule rebondira, s'écartera d'un angle fonction de l'élasticité du corps choqué, retombera, s'écartera de nouveau d'un angle moins considérable que la première fois et continuera ainsi en diminuant l'amplitude de ses oscillations jusqu'au moment où il deviendra immobile.

» Nous avons plusieurs variables : la longueur du pendule, l'angle d'impulsion initiale, l'élasticité de la boule du pendule, l'élasticité du corps choqué, l'unité d'élasticité. Pour obtenir les nombres ci-après, j'ai employé un pendule composé d'une bille d'ivoire de 15^{mm} de diamètre, pesant $3^{gr},55$, suspendue à un fil fin de soie, long de $0^{m},30$ du centre de la bille au point de suspension, écarté d'un angle constant de 45°, et j'ai compté le nombre de chocs exécutés contre le corps en expérience. Ce corps, dont la masse

doit être considérée comme infinie par rapport à celle du pendule, était une plaque minérale polie, assez épaisse, scellée au plâtre à un parallélépipède de fonte pesant 8kg,3. Afin de distinguer nettement le bruit des chocs, j'ai placé la surface choquée non pas verticalement dans la direction du pendule au repos, ce qui donne lieu, vers la fin de l'expérience, à une série de chocs se succédant très rapidement, d'intensité de plus en plus faible et impossibles à compter, mais à une distance de la verticale égale au dixième de l'arc d'impulsion développé. Dans ces conditions, toujours identiques pour tous les échantillons expérimentés, le bruit est parfaitement net et il est aisé de compter le nombre des chocs.

Substances diverses.	Moyenne du nombre des chocs.	Nombre d'expériences.	Ecart maximum et écart minimum.	Proportion d'expériences où le nombre des chocs diffère de la moyenne de 1.
Fonte	40,8	34	38-44	$\frac{15}{34}$
Plomb	7,2	12	6-9	$\frac{5}{6}$
Calcaire marneux	15,0	17	14-16	1
Bois de noyer (choc perpend. aux fibres)	18,4	10	17-20	$\frac{9}{10}$
Pierre de touche	30,6	20	29-33	$\frac{11}{20}$
Marbre noir lumachelle	46,7	15	45-48	$\frac{12}{15}$
Diorite	48,3	20	47-52	$\frac{1}{2}$
Barytine	43,1	20	41-47	$\frac{7}{10}$
Granite très feldspathique	52,3	20	49-55	$\frac{11}{28}$
Quartz (choc parallèle à l'axe optique)	42,2	16	40-44	$\frac{11}{16}$
Quartz (choc perpend. à l'axe optique)	47,3	38	43-53	$\frac{5}{8}$

» Comme l'appareil employé par moi est peu précis, les nombres qui précèdent sont simplement approximatifs. D'ailleurs, la bille d'ivoire, la seule qu'il m'ait encore été possible de me procurer, ne peut être considérée comme homogène, et je compte la remplacer par une bille de silex. Ce motif me fait laisser actuellement de côté le choix d'un corps d'élasticité type, qui sera très probablement le quartz choqué parallèlement à son axe, et négliger l'examen des modifications apportées au phénomène par la dimension du pendule et la grandeur de l'angle d'impulsion. Ces études seront continuées avec un appareil plus précis et concurremment à d'autres

expériences relatives à la dureté. Si j'ai tenu à les mentionner dès à présent, c'est parce que la méthode me semble permettre de comparer un corps mou, le plomb, à des métaux et à des minéraux que, faute d'une autre expression, je qualifierai de plus aigres, et de mesurer la différence d'élasticité mécanique offerte par le quartz, cristal uniaxe, frappé parallèlement ou perpendiculairement à son axe optique. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le développement des chromatophores de* Sepiola Rondeletii. Note de M. **P. Girod**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Communication antérieure (¹), j'ai fait connaître la structure du chromatophore telle que l'observation de l'animal adulte pouvait permettre de la comprendre. Je désire compléter cette étude en suivant la formation des parties constituantes du chromatophore pendant les phases du développement embryonnaire.

» Pendant la première période, les couches qui s'étendent au-dessous de l'épiderme et doivent constituer le derme sont formées par des cellules dépourvues de membrane d'enveloppe, munies d'un gros noyau central et étroitement appliquées les unes contre les autres (cellules embryonnaires).

» Une première orientation de ces cellules détermine la distinction d'assises superposées et bientôt deux couches superficielles subissent des modifications profondes; elles donnent les chromatophores et les iridocystes.

» Pour la formation des chromatophores, on voit, dans la couche, certaines cellules prendre plus d'accroissement, s'arrondir et se distinguer par un nucléole qui se montre dans le noyau. Elles peuvent, dès lors, servir de point de repère; chacune d'elles (*cellule initiale*) deviendra la cellule pigmentaire d'un chromatophore. Chaque cellule initiale se trouve enchâssée entre quatre cellules voisines qui lui forment une couronne périphérique (*cellules de bordure*). Une cellule initiale et ses cellules de bordure forment un *groupe chromatophorique*.

» Chaque groupe touche à quatre groupes voisins et chacune de ses cellules de bordure est en rapport avec une cellule semblable de ces

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. XCVI, nº 10, 5 mars 1883.

groupes. On a ainsi une sorte de damier irrégulier formé par cet ensemble. Au point de convergence de quatre groupes se trouve toujours une cellule (*cellule intermédiaire*) indépendante des cellules des groupes et qui sert de centre à des formations nouvelles.

1. *Groupe chromatophorique.* — La *cellule initiale* s'accroît rapidement dans toutes ses parties; le protoplasma prend une prédominance marquée sur celui des cellules voisines et le noyau se dessine par un contour accusé. Cette augmentation est déjà très évidente au moment où la pigmentation orangée se manifeste dans les masses oculaires de l'embryon. Elle se poursuit lentement jusqu'au moment où le pigment oculaire passe à la teinte brun sombre. Alors des granulations d'une ténuité extrême apparaissent dans le protoplasma et impriment à la *cellule initiale* le caractère de *cellule pigmentaire*.

» Dans la suite du développement, la cellule continue à grandir pour atteindre les dimensions de l'adulte; le protoplasma manifeste les mouvements décrits et les granulations pigmentaires deviennent de plus en plus abondantes.

» Le protoplasma se dessine nettement à l'extérieur par un contour précis, dû peut-être à une simple condensation périphérique ou à la présence d'une membrane d'une grande ténuité que nous avons signalée chez l'adulte.

» En même temps, les *cellules de bordure* se divisent pour suivre l'agrandissement du contour de la cellule initiale. Cette division se fait par bipartition et aboutit à la formation de 16 à 22 cellules périphériques qui deviennent les *cellules basilaires* de l'adulte.

» Ainsi chaque *groupe chromatophorique* donne la *cellule pigmentaire* et les *cellules basilaires* du chromatophore.

» 2. *Cellules intermédiaires.* — Chaque cellule intermédiaire se divise activement et forme un *groupe intermédiaire* qui s'étend en suivant l'augmentation générale de la surface tégumentaire et sépare ainsi les groupes chromatophoriques initiaux.

» Les cellules d'un groupe intermédiaire ont un développement ultérieur variable suivant leur position : les unes se différencient en cellules initiales, s'entourent d'un anneau de cellules de bordure et forment de nouveaux groupes chromatophoriques; les autres constituent le tissu conjonctif de la couche des chromatophores, les autres enfin deviennent de nouvelles cellules intermédiaires.

Les cellules qui vont donner naissance au tissu conjonctif s'orientent de façon à constituer des lignes, des réticules de forme variable. Les noyaux s'éloignent les uns des autres en entraînant le protoplasma qui s'étire en cordons et en trabécules intermédiaires. La formation de fibres déliées au sein de ces cordons est très évidente sur les préparations provenant d'embryons traités par le liquide de Kleinenberg. Ainsi se forment des faisceaux conjonctifs recouverts par les noyaux des cellules initiales et plus ou moins volumineux et ondulés. De ces faisceaux, les uns se disposent sans ordre et forment le réticulum fondamental de la couche, les autres proviennent de cellules qui se sont orientées pour converger comme autant de rayons sur les cellules basilaires du chromatophore et constituer les faisceaux radiaires dont j'ai étudié la disposition et le rôle véritable chez l'adulte.

» Sur beaucoup de points, les cellules d'un champ intermédiaire se groupent en deux ou plusieurs couches superposées et donnent ainsi des groupes chromatophoriques situés sur des plans différents.

» Les nouvelles cellules intermédiaires se comportent comme celles qui leur ont donné naissance. Cette formation continuelle de nouvelles cellules et de groupes qui en dérivent se poursuit tant que le tégument s'accroît, ce qui explique chez l'adulte la présence de chromatophores aux différentes phases de développement que je viens de décrire.

» Ainsi, les cellules intermédiaires constituent le tissu conjonctif fondamental de la couche et les faisceaux radiaires qui s'en détachent pour converger sur les groupes chromatophoriques; de plus, elles permettent l'accroissement en étendue de la couche, en formant des champs qui se comportent comme les formations embryonnaires initiales.

» Ces recherches ont été poursuivies sur des embryons de Sépiole recueillis à Roscoff. La fécondation de la Sépiole se fait sur ce point de la côte dans le courant de juillet, sur les plages sablonneuses échauffées par le Soleil (Pempoul-île de Batz); les œufs sont pondus au large en août et septembre. La drague ramène les pontes qui se trouvent à de grandes profondeurs.

» Les œufs ainsi obtenus se développent et vivent bien dans l'appareil à pisciculture du laboratoire et il est facile de les suivre dans les modifications quotidiennes. Les Sépioles pêchées au petit filet à main vivent longtemps dans les aquariums, mais n'ont jamais donné de pontes dans ces conditions. »

ZOOLOGIE. — *Ophryocystis Bütschlii*. Note de M. A. SCHNEIDER.

« J'ai découvert, dans les vaissaux de Malpighi du *Blaps*, un sporozoaire nouveau des plus curieux.

» Il a la forme et l'apparence extérieure d'une Amibe; son corps est souvent couvert de prolongements digitiformes simples ou divisés, d'une longueur qui peut égaler ou dépasser celle de la masse centrale. Celle-ci, chargée de granulations, renferme de un à dix noyaux sphériques de 3^{μ} de diamètre, avec un ou deux nucléoles punctiformes.

» La multiplication de l'espèce s'effectue principalement par kystes. L'enkystement ne s'accomplit qu'entre des individus à nucléus unique et à forme sphérique. Les deux êtres conjugués sécrètent successivement autour d'eux plusieurs enveloppes marquées chacune d'une ligne équatoriale de déhiscence.

» Les phénomènes qui se succèdent dans le kyste sont très spéciaux. Chacun des deux nucléus se divise de manière à donner trois noyaux dans la moitié correspondante du kyste. Des six nucléus ainsi produits, deux seulement participent à la constitution de l'élément reproducteur, représenté exceptionnellement par deux petites spores et normalement par une seule spore volumineuse. Une fraction du plasma du kyste intervient avec eux dans cette formation. Les quatre autres noyaux et tout le reste de la masse granuleuse du kyste demeurent sans emploi et se liquéfient.

» La spore, ressemblant à une navicule, produit à son intérieur, outre un nucléus de reliquat, un certain nombre de corpuscules falciformes pourvus chacun d'un noyau.

» La description de cet être singulier, qui ne saurait rentrer complètement dans aucune section des sporozoaires, paraîtra incessamment dans les *Archives* du Professeur de Lacaze-Duthiers, accompagnée d'une planche. »

HELMINTHOLOGIE. — *Sur la reproduction directe des Ténias*. Note de M. P. MÉGNIN, présentée par M. Robin.

« A l'autopsie d'un jeune chien d'appartement, mort à l'âge de quatre mois d'attaques épileptiformes qui le tourmentaient depuis un mois, j'ai trouvé dans ses intestins trois grands Ténias de l'espèce *Tænia serrata* de Gœze, de $0^{m},50$ à $0^{m},80$ de long, qui avaient au moins deux mois d'âge, et

une douzaine de jeunes Ténias ayant depuis $0^m,003$ jusqu'à $0^m,010$ et $0^m,015$ de longueur. Il est certain que les grands Ténias ont été contractés au chenil où le jeune chien a été élevé, soit par un contact plus ou moins direct avec d'autres chiens, soit par une alimentation ou des boissons contenant des germes de Ténias; quant aux jeunes Ténias de quelques millimètres de longueur et qui n'ont par conséquent que quelques jours d'existence (d'après les expériences de Van Beneden, un Ténia de dix-huit jours ayant plusieurs pouces de longueur), il est impossible d'expliquer leur présence autrement que par une reproduction directe au moyen d'œufs fournis par les grands Ténias et éclos dans les intestins; car pendant le dernier mois de la vie du jeune sujet, où je l'ai eu constamment sous les yeux, je suis absolument certain que sa nourriture a été d'une pureté parfaite et qu'il n'a ingéré ni Cysticerque ni Cœnure, que l'on regarde encore, à tort, comme les seuls germes pouvant donner des Ténias.

» C'est donc un exemple de reproduction directe de Ténias sans l'intervention d'une migration larvaire quelconque.

» Une preuve que chez l'homme lui-même les cucurbitains ou proglottis de Ténias, détachés du strobile, peuvent séjourner longtemps dans l'intestin, s'y vider de leurs œufs et même y acquérir des dimensions extraordinaires, est fournie par des proglottis que je possède et qui ont été rendus par un homme jeune : ces proglottis ont de $0^m,035$ de long sur $0^m,005$ de large et ne montrent plus que de très rares œufs épars dans leur trame. C'est par l'éclosion des œufs ainsi pondus dans l'intestin et par la pénétration des embryons dans les tissus que s'explique le développement de la ladrerie chez l'homme et chez le chien, et ce sont probablement des cas de reproduction directe des Ténias dans l'intestin que ces exemples, fournis par l'espèce humaine, de persistance pendant plusieurs années d'une infection de Ténia. »

GÉOGRAPHIE. — *Étude des questions de l'unification du méridien initial et de la mesure des temps, poursuivie au point de vue de l'adoption du système décimal complet;* par M. B. DE CHANCOURTOIS. (Extrait par l'auteur.)

« Afin de faciliter l'appréciation, sous le rapport cartographique, des mérites relatifs des deux méridiens, dont j'ai parlé dans mes observations du 15 janvier, je joins à la présente Note les esquisses (faites par M. Parquet) d'un petit planisphère et de trois Cartes de détail, destinées à accompagner un Mémoire que je compte soumettre très prochainement à l'Académie (*voir* le planisphère reproduit à la page suivante).

I. **Planisphère** indiquant les méridiens qui se recommandent à divers titres pour le choix du méridien initial : l'un A, dans l'Atlantique, passant près de Saint-Michel des Açores, voisin de l'ancien méridien de Ptolémée; l'autre P, dans le Pacifique, passant par le détroit de Behring et ne coupant que l'île Saint-Laurent.

Sur cette Carte (dans laquelle la longueur de l'équateur est réduite au 200000000e) les tracés en trait continu des méridiens et des parallèles et les notations placées en haut et à droite du cadre se rapportent au système duodécimal généralement en usage; ces notations marquent les longitudes de 15 en 15 degrés, comptées à l'est et à l'ouest du Méridien dit de l'île de Fer, pris à 20 degrés à l'ouest du Méridien de Paris, et les latitudes également de 15 en 15 degrés comptées à partir de l'équateur.

Le Méridien A, placé à $28°31'48''=31^G,7$ du Méridien de Paris, soit à $8°31'48''=9^G,47777$ du Méridien de l'île de Fer, son prolongement A' dans l'hémisphère opposé, et les deux Méridiens géographiques a et a' situés dans un même plan perpendiculaire à celui des deux premiers, qui divisent le globe en 4 fuseaux d'un quadrant, sont figurés en tracé mixte à longs traits —.—, et leurs notations, de 100 en 100 grades, placées au bas de la Carte en première ligne se rapportent au système décimal, les longitudes croissant de droite à gauche dans le sens du mouvement apparent du Soleil.

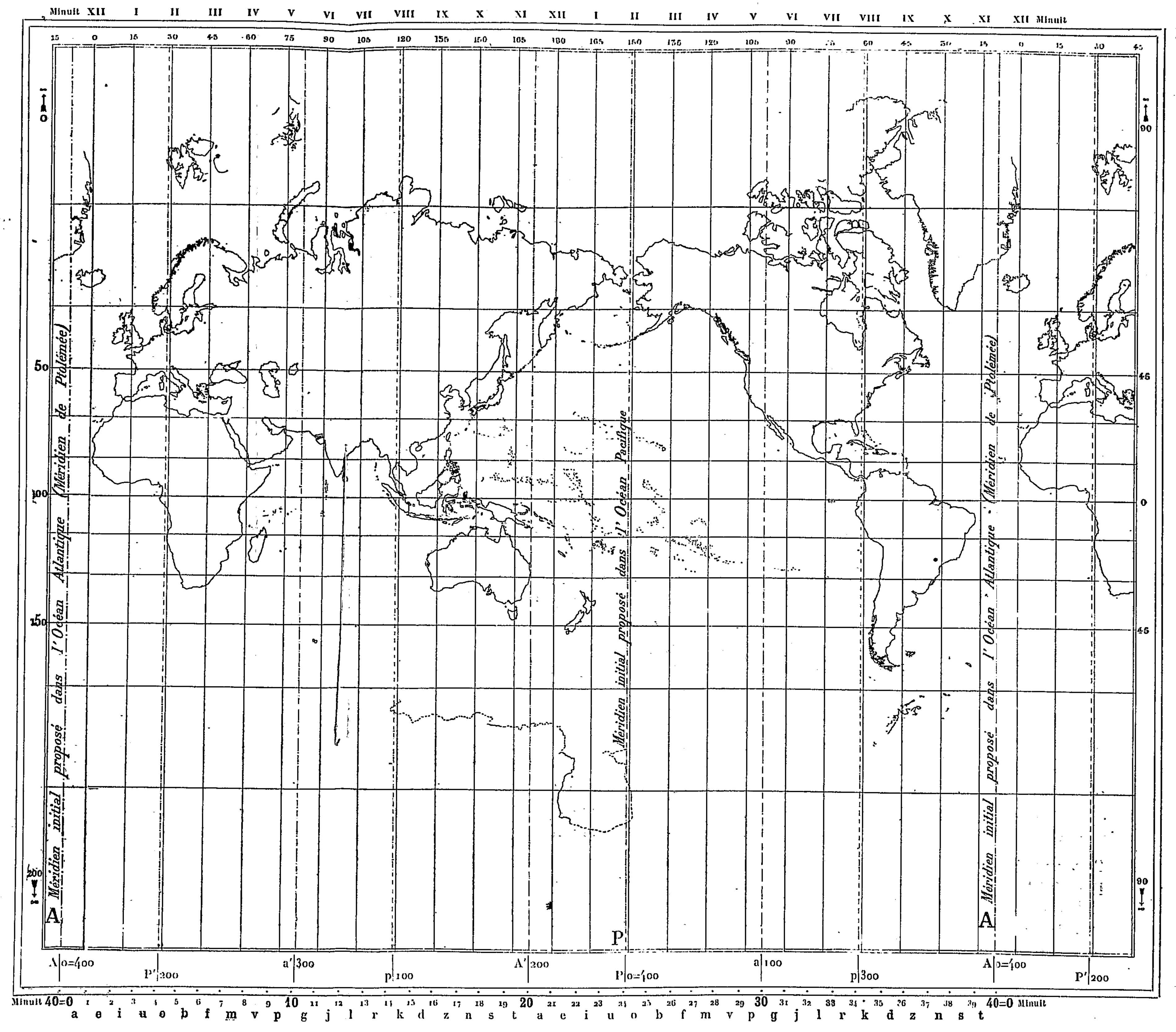
Le Méridien P, placé à $171°16'12''=190^G,3$ à l'ouest du Méridien de Paris, soit à $151°16'12''=168^G,07777$ du Méridien de l'île de Fer, son prolongement P' dans l'hémisphère opposé et les deux Méridiens p et p' situés dans un même plan perpendiculaire à celui des deux premiers sont figurés en tracé mixte à traits courts -.-.-.-.-, et leurs notations, placées au bas de la Carte, en seconde ligne, se rapportent également au système décimal.

Les latitudes notées de 50 en 50 grades dans le cadre à gauche sont comptées comme croissant continûment, du pôle boréal noté 0^G à l'équateur noté 100^G et au pôle boréal noté 200^G.

Les chiffres romains, placés en haut et en dehors du cadre, en tête des méridiens figurés, marquent pour chacun l'heure qui correspond à son midi ou à son minuit en temps mesuré sur le Méridien initial.

Les chiffres arabes, placés en dessous et en dehors du cadre, au pied des méridiens 400 = 0, 300, 200 et 100 grades expriment la même correspondance, en dixièmes de quart de jour, que l'on pourrait appeler *chrones*, numérotés par les chiffres arabes plus petits qui correspondent aux Méridiens de décagrade en décagrade.

La dernière ligne indique l'application d'une manière de désigner méthodiquement par des lettres les *fuseaux* consécutifs de dix grades, en vue de l'unification de la mesure décimale du temps.



» Ce Mémoire a pour principal objet de faire ressortir les avantages de la graduation décimale du cercle et de l'institution, pour les usages scientifiques et techniques, d'une mesure du temps sidéral exactement correspondante.

» Dans les canevas décimaux des quatre Cartes, le numérotage des méridiens procède de droite à gauche, dans le sens de la marche du Soleil. Il doit en être ainsi pour que la détermination de l'instant du midi ou du minuit d'un lieu, obtenue en temps du méridien initial, fournisse directement les chiffres significatifs de la graduation géographique. Si l'on prenait pour unité de la mesure décimale du temps la dixième partie du quart du jour, que l'on pourrait appeler *chrone*, le nombre de ces unités serait celui des décagrades.

» Mais, au point de vue de la relation des déterminations horaires de deux lieux différents qui correspondent à un même instant, des notations procédant en sens inverse ont l'avantage d'indiquer pour chaque méridien, en temps du lieu où l'on se trouve, la détermination horaire du même instant sur le méridien initial, pour lequel serait établie la mesure internationale du temps absolu.

» C'est pourquoi il faut, comme on l'a fait sur le planisphère, placer au-dessous de la graduation des longitudes par décagrades, procédant de droite à gauche, les chiffres des quarante chrones procédant de gauche à droite.

» En Amérique, pour remédier aux confusions des temps mesurés dans des localités de longitudes différentes, on paraît disposé à employer le procédé suivant : on distinguerait par des lettres les trois fuseaux de 15° (correspondant chacun à une heure de temps solaire) qu'occupe l'espace compris entre New-York et San Francisco; on caractériserait par ces lettres trois aiguilles solidaires, écartées l'une de l'autre de $\frac{1}{12}$ du cadran, qui remplaceraient, dans les horloges, l'aiguille simple des heures, l'aiguille des minutes et celle des secondes restant unique; les instants contemporains seraient alors marqués sur toutes les horloges avec le même nombre de minutes et de secondes; quant au nombre d'heures, il serait indiqué, dans chaque localité, par l'aiguille du fuseau auquel elle appartient.

» On généraliserait facilement la méthode pour le globe entier en remplaçant l'aiguille ordinaire des heures, non par une aiguille multiple, mais par une rondelle tournante sur laquelle on ferait ressortir douze rayons index à notations littérales.

» L'emploi des lettres, pour distinguer les fuseaux, est des plus conve-

nables, car il écarte la question de savoir lequel des deux méridiens, limites d'un fuseau, doit lui imposer son numéro d'ordre, question fort délicate, surtout lorsqu'il s'agit de mesurer le temps, puisque, par exemple, on a l'habitude assez illogique de qualifier l'heure, le jour, l'année, le siècle courants comme si leur durée était déjà écoulée.

» J'ai donc noté, au bas du planisphère, les fuseaux de dix grades du canevas décimal correspondant chacun à un chrone, et cela m'a été d'autant plus facile que, la lettre modifiante H étant mise de côté, il n'y a que vingt lettres nécessaires pour représenter les éléments phonétiques simples, comme je l'ai montré dans une Communication faite au Congrès géographique de 1875.

» Dans l'horloge décimale telle que je la conçois, le tour du cadran correspondrait à un quart de jour et une pièce mobile indiquerait, par le chiffre des dizaines de chrones, le quart de jour dans lequel on se trouve. »

BOTANIQUE. — *Quelques faits de dispersion végétale observés en Italie.* Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. Duchartre.

« Les botanistes sont à peu près unanimes à reconnaître la prépondérance de l'action chimique du terrain. Les plantes *calcifuges* évitent la chaux, les *calcicoles* la recherchent : c'est là une loi rigoureuse n'admettant que des exceptions apparentes, et celles-ci rentrent dans la règle commune dès qu'on se donne la peine d'examiner les choses de près. Il importe donc de signaler et de discuter les faits qui paraissent s'en écarter. A ceux que j'ai déjà mentionnés ([1]) j'ajouterai le suivant.

» Tout verdoyant de magnifiques forêts de Chênes, le massif des monts Albains, près de Rome, nourrit une flore qui se distingue peu de celle du centre de la France; à peine quelques espèces, telles que *Quercus Ilex*, *Bellis silvestris*, *Plumbago europæa*, *Smilax aspera*, *Lagurus ovatus*, indiquent-elles une latitude plus chaude. Sur le trajet du chemin qui contourne le bord méridional du cratère d'Albano, entre Castel Gandolfo et l'emplacement d'Albe-la-Longue, on peut observer, au milieu de beaucoup de plantes indifférentes sur la nature du terrain, les *Helleborus fœtidus*, *Delphi-*

([1]) *Pourquoi l'on rencontre quelquefois les plantes du calcaire associées à celles de la silice*, dans les *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 872, et *Revue des Sciences naturelles* (Montpellier), t. VIII, p. 82.

num peregrinum, *Arabis hirsuta*, *Lepidium graminifolium*, *Acer opulifolium*, *Hippocrepis comosa*, *Orobus vernus*, *Eryngium campestre*, *Micropus erectus*, *Conyza squarrosa*, *Centaurea amara*, *Lactuca scariola*, *L. saligna*, *Lithospermum purpureo-cœruleum*, *Digitalis parviflora*, *Salvia verbenaca*, *Calamintha officinalis*, *C. Acinos*, *C. Nepeta*, *Clinopodium vulgare*, *Prunella alba*, *Teucrium*, *Chamædrys*, *Mercurialis perennis*, *Andropogon Ischæmum*, la plupart calcicoles exclusives; et cette liste est sans doute fort incomplète, un grand nombre d'espèces précoces ayant disparu sans laisser de traces à l'époque de mon excursion, c'est-à-dire au commencement d'octobre. Mais, au milieu de cette végétation si parfaitement identique à celle des régions calcaires de la France, se remarquent çà et là les touffes vigoureuses du *Sarothamnus scoparius* et les panaches élégants du *Pteris aquilina*; les taillis sont remplis de jeunes Châtaigniers; le *Cistus salvifolius* foisonne dans les rocailles; le *Cotyledon Umbilicus*, le *Polypodium vulgare*, l'*Asplenium lanceolatum* tapissent les rochers ombragés. Sur d'autres points, le *Sarothamnus* et le *Pteris* envahissent de grandes surfaces. On est donc en présence d'une promiscuité de calcicoles et de calcifuges extrêmement remarquable; mais il est facile d'en trouver l'explication.

» La roche sous-jacente est un pépérino assez dur, passant souvent à l'état de brèche, et tout rempli de fragments anguleux solidement cimentés par la boue volcanique. On y distingue beaucoup de cristaux de pyroxène et de mica noir. Elle ne fait point effervescence avec les acides, non plus que la terre végétale; mais l'une et l'autre renferment assez de chaux pour suffire aux exigences des calcicoles, et trop peu pour exclure les calcifuges. J'ai montré, en effet, que ces dernières tolèrent au moins 0,03 de cette base, et que les autres se contentent de quelques millièmes; or, l'analyse de quatorze échantillons pris sur six points différents m'a donné une teneur en chaux variant de 0,020 à 0,007. La roche (de 0,020 à 0,018) s'est toujours montrée plus riche que la terre superficielle (de 0,014 à 0,007), et celle-ci ne renfermait pas plus de chaux autour des plantes calcicoles (*Helleborus*) qu'autour des calcifuges (*Pteris*, *Sarothamnus*).

» Ce sont peut-être des observations analogues qui ont fait croire à Thurmann que les plantes xérophiles (calcicoles) s'accommodent des sols eugéogènes (schistes, granite, pouzzolanes, etc.) dans les pays méridionaux, parce qu'elles y trouvent des conditions de siccité suffisantes. Il n'en est rien. J'ai pu reconnaître qu'en Italie et en Sicile les flores sont aussi distinctes, aussi tranchées que dans le centre et le nord de l'Europe. Le contraste est extrêmement remarquable entre les montagnes crétacées traver-

sées par la voie ferrée de Rome à Naples dans la contrée de Rocca secca et de Cassino, et le diluvium siliceux de Mignano; entre le massif granitique de l'Aspromonte, à l'extrémité de la Calabre, et les collines pliocènes de Catanzaro; entre les roches volcaniques de l'Etna et les calcaires de Taormina, de Melliti et de Syracuse : partout et sans exception les mêmes sols nourrissent les mêmes flores; partout, en Italie comme en France, le Châtaignier, le *Sarothamnus* et le *Pteris* caractérisent les terrains siliceux, ou, plus exactement, les terrains qui ne renferment pas de chaux à l'état de carbonate. »

M. **M. Tourneux** fait hommage à l'Académie de la copie d'un manuscrit qu'il a trouvé dans les papiers de Diderot à la bibliothèque impériale de Saint-Pétersbourg. Ce Manuscrit, attribué à Clairaut, porte pour titre : « Premières notions sur les Mathématiques à l'usage des enfants. » La copie, comprenant 38 pages de texte et de nombreuses figures, sera déposée à la bibliothèque de l'Institut.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 avril 1883.

Traité expérimental d'électricité et de magnétisme; par J.-E.-H. Gordon, traduit de l'anglais et annoté par M. J. Raynaud, précédé d'une introduction par M. A. Cornu; t. II. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

De l'extérieur du cheval; par MM. A. Goubaux et G. Barrier; 2e Partie. Paris, Asselin et Cie, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Traité de Zoologie; par C. Claus. 2e édition française, par G. Moquin-Tandon; 5e fascicule, p. 641 à 800. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Renseignements météorologiques sur le littoral de la France; par M. E. Allard. Paris, Imp. nationale, 1882; in-4°. (Présenté par M. Mangon.) [Deux exemplaires.]

Etude sur la marche des phénomènes de la végétation en France pendant les années 1881 *et* 1882; *par* M. A. ANGOT. Paris, sans date; in-4°. (Extrait des *Annales du Bureau central météorologique.* (Présenté par M. Mangon.)

Mémoire sur la formation de la houille; par F.-C. GRAND'EURY. Paris, Dunod, 1882; in-8° (extrait des *Annales des Mines*); *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France; par* F.-C. GRAND'EURY. Paris, Imp. nationale, 1877; 3 vol. in-4°. (Extrait du t. XXIV des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Ces deux derniers Ouvrages sont adressés au Concours Bordin de 1883.

Le monde physique; par A. GUILLEMIN, t. III. *Le magnétisme et l'électricité,* livraisons 149 à 161. Paris, Hachette et Cie, 1883; gr. in-8°, illustré.

Séance publique de l'Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix. Aix, Marius Illy et J. Brun imprimeurs, 1882; br. in-8°.

Petite flore parisienne; par le Dr ED. BONNET. Paris, F. Savy, 1883; in-18.

Notes sur l'hydrologie de l'arrondissement de Saintes; par M. XAMBEU. Saintes, Imp. Hus, 1883; br. in-8°.

Explication du calendrier perpétuel (du nouveau style) à deux couleurs, inventé par EP. EM. POLYDORE. Smyrne, Imp. Tatikian, 1882; in-12.

Acta Mathematica, journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER; t. I, n° 3. Stockholm, Beijer; Berlin, Mayer et Muller; Paris, Hermann, 1883; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

On the conservation of solar energy a collection of papers and discussions; by C.-W. SIEMENS. London, Macmillan, 1883; in-8° relié.

Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, herausgegeben von J. MOLESCHOTT; XIII Band, 2-3 Heft. Giessen, Emil Roth, 1883; in-8°.

Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen; deel XV et XXII. Amsterdam, J. Müller, 1883; 2 vol. in-8°.

Verslagen en mededeelingen der koninklijke Akademie van Watensehappen; deel XI et XVII. Amsterdam, J. Müller, 1882; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 avril 1883.)

Page 1098, ligne 2, *au lieu de* l'axe d'un méridien, *lisez* l'axe d'un instrument méridien.

Page 1103, lignes 17 et 18, *au lieu de* $\cos\delta'$ et $\cos\delta''$, *lisez respectivement* $\cos(\delta' + x')$ et $\cos(\delta'' + x'')$.

Page 1103, ligne 23, compléter la phrase, en ajoutant : la lunette étant dirigée vers le Nord.

Pages 1104 et 1105, remplacer dans tous les termes dépendant de I le signe — par le signe +.

(Séance du 23 avril 1883.)

Page 1185, ligne 3 en remontant, *au lieu de* $0^s,9$, *lisez* $0^s,09$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MAI 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la pyro-électricité du quartz;* par MM. C. **Friedel** et J. **Curie**. (Deuxième Note.)

« Comment se fait-il maintenant que nous ayons obtenu par échauffement des tensions de même signe que celles que M. Hankel a observées par refroidissement? Il nous paraît bien difficile d'admettre, avec lui, qu'en opérant comme nous avons fait, nous ayons produit autre chose que des phénomènes dus à l'échauffement du cristal. Nous communiquons de la chaleur au cristal par le contact d'un corps chaud, et ce que nous observons serait, d'après lui, la conséquence du rayonnement et non de la transmission au contact. Peu de physiciens seront disposés à le croire.

» Nos expériences faites sur la tourmaline montrent que l'on obtient bien par le contact, avec la demi-sphère métallique chaude, des tensions électriques de même signe qu'en chauffant le cristal; et, quoiqu'il y ait une distinction à établir, ainsi qu'on le verra tout à l'heure, entre le quartz et la tourmaline, il nous semble que le rayonnement, s'il joue un rôle, ne peut en jouer un qui soit autre chose que tout à fait accessoire.

» *Expériences de M. Hankel.* — Après avoir répété nos anciennes expériences et en avoir vérifié l'exactitude (elles n'étaient d'ailleurs pas contestées), nous avons repris celles de M. Hankel, en nous mettant, autant que possible, dans les conditions où il avait opéré.

» Nous avons fait chauffer les cristaux de quartz dans une étuve, portée à une température connue (180° à 200°), en les plaçant dans une petite boîte métallique et en les entourant de limaille de fer ou de laiton. La limaille laissait seulement à découvert les parties sur lesquelles devait porter l'observation. Lorsque nous pouvions admettre que le cristal avait pris la température de l'étuve, c'est-à-dire au bout de trois quarts d'heure ou d'une heure, nous placions la petite boîte sur un support à crémaillère au-dessous d'un fil de platine suspendu à un support isolant et communiquant avec deux des secteurs de l'électromètre Thomson-Mascart. Lorsque la température du cristal s'était abaissée suffisamment, on approchait celui-ci de l'extrémité du fil par un mouvement du support et l'on observait le déplacement de l'aiguille de l'électromètre.

» Nous avons obtenu ainsi des résultats s'accordant en général pour le signe (mais non pour la disposition tournante) avec ceux de M. Hankel.

» Mais nous nous sommes bientôt demandé si le procédé employé pour chauffer les cristaux et pour les laisser refroidir pouvait donner lieu à un échauffement et à un refroidissement régulier, et si la divergence entre les opérations faites par le procédé de l'hémisphère métallique et par celui que nous venons de décrire ne proviendrait pas précisément d'inégalités dans le refroidissement. Nous avons commencé par nous assurer qu'en chauffant, comme M. Hankel, un cristal de quartz enveloppé de limaille de laiton, sauf sur une des arêtes du prisme et sur les parties avoisinantes des deux faces contiguës, et en laissant refroidir tout le système à l'air, au bout d'un certain temps et quand la limaille a pris à peu près la température à laquelle M. Hankel faisait ses observations, le cristal se trouve, dans quelques-unes de ses parties au moins, à une température notablement supérieure à celle de la limaille.

» Pour le prouver, nous nous sommes servis de deux procédés différents : nous avons attendu qu'un thermomètre plongé dans la limaille au voisinage du cristal montrât 40° environ et à ce moment nous avons placé sur la face libre du cristal, en même temps que sur la limaille, deux petites boules de paraffine fusible à 50°. La boule placée sur le cristal a fondu facilement, l'autre est restée sans fondre. La température du cristal à sa surface était donc supérieure à 50°.

» Nous avons encore procédé de la manière suivante :

» Après avoir chauffé le cristal pendant un temps suffisamment long à 200°, dans la boîte remplie de limaille, nous avons laissé la boîte et le cristal refroidir jusqu'à ce que le thermomètre plongé dans la limaille, à côté du cristal, marquât 63°. A ce moment nous avons rapidement transporté le cristal dans un petit calorimètre plein d'eau et nous avons observé l'élévation de température produite par l'immersion du cristal.

» Voici les données de l'expérience : poids du calorimètre de platine, $15^{gr},072$; poids de l'eau, $19^{gr},573$; poids du cristal, $12^{gr},0085$; température primitive de l'eau, 17°,1; température finale, 22°,85; chaleur spécifique du quartz, 0,19.

» De ces données on déduit la température moyenne du cristal et l'on trouve que celle-ci est de 73°, c'est-à-dire de 10° plus élevée que celle de la limaille à son voisinage. Cette dernière doit donc exercer une action réfrigérante sur les parties du cristal qui y sont plongées et, en supposant que l'air agisse moins énergiquement à cause de sa faible masse, malgré sa température inférieure, sur les parties qui sont à découvert, nous ne pensons pas nous tromper.

» Le cristal doit donc se trouver très inégalement refroidi; les parties en contact avec la limaille formeront à son extérieur une sorte d'enveloppe froide, laquelle, en se contractant, exercera une pression sur les parties intérieures, qui sont à une température supérieure à la moyenne, et sur les parties découvertes, et celles-ci, comprimées latéralement, devront se dilater dans le sens normal à la compression, c'est-à-dire dans le sens d'un des axes latéraux du prisme. Il devra y avoir, en conséquence, comme M. Hankel l'a observé, dégagement d'électricité positive sur les arêtes portant les faces rhombes, dégagement d'électricité négative sur les arêtes opposées.

» Pour constater qu'il y a réellement dans le cristal qui se refroidit dans les conditions réalisées par M. Hankel des tensions intérieures, nous avons opéré de la manière suivante. Nous avons placé un petit cylindre de verre, poli sur ses deux bases et bien recuit, qui n'exerçait aucune action sur la lumière polarisée, dans une petite boîte de métal percée à son fond d'une ouverture dans laquelle le cylindre s'ajustait exactement. Nous avons entouré le cylindre de limaille de cuivre, en laissant la base supérieure découverte. On pouvait de la sorte examiner le cylindre dans un appareil de polarisation, tout en le laissant refroidir dans la limaille. Nous avons chauffé le tout dans une étuve à 200° environ, puis, après un temps suffi-

sant, placé le système sur le porte-objet de l'appareil de Norremberg, en supportant la boîte de façon que le cylindre ne touchât pas la glace du porte-objet. Dans ces conditions, nous avons observé une action qui allait en augmentant pendant un certain temps, puis disparaissait finalement : une croix noire traversait un champ éclairé lorsque l'appareil était à l'extinction.

» On peut exagérer beaucoup le phénomène en chauffant le cylindre seul dans la boîte et en l'entourant rapidement de limaille froide au moment où l'on va le placer dans l'appareil polarisant. On voit alors se produire une croix noire et plusieurs anneaux. De plus, en opérant avec le mica quart d'onde, comme pour reconnaître le signe d'un cristal uniaxe, on voit la croix se disloquer et les deux taches noires prendre la position qui correspondrait au signe —, et indiquer ainsi une compression latérale. On observe, en effet, le même caractère lorsqu'on dépose sur une plaque de glace à faces parallèles un petit cylindre de métal chauffé. En enlevant le cylindre au bout de quelques instants, on voit, dans ce cas aussi, en lumière parallèle, entre un polariseur et un analyseur croisés, une croix noire et un anneau d'un gris jaunâtre et les taches noires produites par l'interposition du mica quart d'onde se placent parallèlement au plan des axes du mica (1).

» Nous croyons pouvoir conclure de tout cet ensemble de faits que, dans les observations de M. Hankel, il y a compression latérale du cristal pendant le refroidissement et, par conséquent, dilatation dans le sens de l'un des axes d'hémimorphisme, ce qui met ses résultats d'accord avec les nôtres. En tous cas, il nous est impossible d'admettre que le procédé employé par ce savant puisse donner un refroidissement régulier des cristaux.

» *Refroidissement régulier du cristal.* — Nous avons dû nous demander ce qui arriverait si on laissait le cristal de quartz se refroidir régulièrement à l'air libre. Notre attention ayant été attirée, par les expériences précédentes, sur l'action que peut exercer sur un cristal ayant plusieurs axes

(1) Il ne faudrait pas confondre ces indications avec celles que l'on obtient sur les cristaux uniaxes. Nous n'avons pas affaire là à des cristaux, mais à des matières comprimées ou temporairement trempées, qui agissent comme le ferait une série de petits cristaux uniaxes ayant leurs axes perpendiculaires à la direction dans laquelle on regarde et divergeant à partir de l'axe du cylindre. Nous ajouterons ici qu'on peut suivre d'une manière très nette les tensions produites dans des prismes de glace par le contact d'un corps chauffé, en plaçant ces prismes entre deux gros nicols croisés. On aperçoit alors des franges mobiles, dont les formes varient avec les conditions de l'expérience.

d'hémiédrie une dilatation s'exerçant seulement dans le sens de l'un de ces axes, il était nécessaire de nous rendre compte de ce qui pouvait se produire par une dilatation égale et régulière du cristal.

» D'après les recherches de MM. J. et P. Curie, la dilatation (ou la contraction) développe une quantité d'électricité qui est proportionnelle à la surface considérée et à la dilatation projetée sur l'axe d'hémiédrie. Si nous admettons avec MM. Curie que l'échauffement agit, comme la traction, simplement en éloignant les molécules les unes des autres, et si nous nous rappelons qu'en un point quelconque du cristal passent les trois axes d'hémiédrie et que ceux-ci doivent agir les uns indépendamment des autres, nous verrons facilement que, pour une dilatation régulière, leur action totale doit être nulle. En effet, si nous considérons une plaque de quartz à faces parallèles, taillée parallèlement à l'axe principal du cristal, la surface, normale au plan des axes latéraux, rencontrera ceux-ci sous des angles qui seront α pour l'un des axes, $60^\circ + \alpha$ pour le deuxième et $60^\circ - \alpha$ pour le troisième. Si nous considérons une dilatation δ de la lame, la quantité d'électricité développée par la dilatation relative au premier axe sera $\delta \cos\alpha$; celle pour le deuxième axe sera $\delta \cos(60^\circ + \alpha)$ et celle relative au troisième sera $\delta \cos(60^\circ - \alpha)$, et ces deux dernières devront être prises avec des signes contraires à la première. La somme sera donc

$$\delta[\cos\alpha - \cos(60^\circ + \alpha) - \cos(60^\circ - \alpha)] = \delta(\cos\alpha - 2\cos\alpha\cos 60^\circ),$$

valeur égale à zéro, puisque $\cos 60 = \frac{1}{2}$.

» Ceci étant vrai pour toute lame parallèle à l'axe est aussi vrai pour le cristal entier, toujours à condition que la dilatation se produise également dans tous les sens; il serait du reste facile d'établir que la quantité d'électricité dégagée par un échauffement régulier sur une surface quelconque doit de même être nulle.

» Pour vérifier cette conséquence, nous avons chauffé des cristaux de quartz dans une étuve jusqu'à une température de 180° à 200° pendant un temps suffisant pour que le cristal entier ait pris la température; le cristal était tenu au moyen d'une pince ne le touchant qu'en deux points, de manière que l'échauffement (ou le refroidissement) se fît aussi régulièrement que possible. Après l'avoir laissé refroidir pendant un certain temps, on cherchait, en approchant les diverses parties du cristal de l'extrémité d'un fil de platine en communication avec l'électromètre, si le cristal présentait

des tensions électriques. L'électromètre avait une sensibilité telle qu'un couple Daniell faisait dévier l'image de $0^{m},10$ à $0^{m},11$ sur l'échelle; nous pouvions donc lire facilement les centièmes de Daniell.

» En opérant ainsi, nous n'avons point trouvé d'électricité sur les cristaux de quartz, ou seulement des traces distribuées d'une façon tout à fait irrégulière. Nous avons expérimenté de la même manière sur les lames taillées perpendiculairement à l'un des axes d'hémimorphisme, et nous n'avons pas davantage trouvé de tensions électriques.

» Du reste, d'anciennes expériences de MM. Riess et G. Rose, citées par M. Hankel, avaient donné des résultats tout pareils : sur cinq grands cristaux de quartz et sur un petit, ils n'avaient pas trouvé d'électricité et, sur un autre très petit cristal, ils avaient seulement observé des indices d'électricité positive sur une face du prisme et d'électricité négative sur une face de la pyramide.

» Le fait de la non-production d'électricité dans le cas d'un refroidissement régulier nous paraît donc établi, et les tensions électriques observées par M. Hankel sont dues au refroidissement irrégulier qui, comme nous l'avons dit plus haut, doit provoquer une compression latérale.

» Les expériences faites avec la demi-sphère donnent, d'une manière beaucoup plus régulière, des résultats pareils; en effet, lorsque nous déposons la demi-sphère chaude au milieu d'une plaque froide, nous provoquons une dilatation des parties chauffées, dilatation gênée latéralement par les parties froides; le résultat est le même que si l'on comprimait latéralement les parties chauffées. On doit donc avoir par échauffement un dégagement d'électricité de même sens que celui observé par un refroidissement irrégulier dans les expériences de M. Hankel.

» On peut trouver une autre vérification expérimentale de cette interprétation. Si l'on dépose sur une petite plaque de quartz, perpendiculaire à l'un des axes d'hémimorphisme, une demi-sphère métallique chaude, d'un diamètre plus grand et qui, par conséquent, déborde la plaque de tous les côtés, on observe un dégagement d'électricité presque nul et, en tous cas, beaucoup plus faible qu'en opérant sur une même surface de cristal avec une demi-sphère débordée par la plaque. Dans le premier cas, l'échauffement est plus régulier, et il n'y a pas compression comme dans le second. Nous avons du reste montré plus haut que, en plaçant l'hémisphère chaud sur une plaque de glace, on voyait, en lumière polarisée, des phénomènes indiquant une compression latérale.

» Dans un Mémoire ([1]) paru après la première publication de nos expériences ([2]), dont il ne paraît pas avoir eu connaissance, M. Röntgen arrive, comme nous, à la conclusion que les modes de développement de l'électricité, distingués par M. Hankel sous les noms de *thermo*, d'*actino* et de *piézo-électricité*, se ramènent à une seule et même cause. Il propose de les désigner tous sous le nom de *piézo-électricité;* il nous semble qu'il est préférable de leur conserver le nom plus ancien de *pyro-électricité*. Pour M. Röntgen, la cause commune est un changement dans les tensions intérieures du cristal. Pour nous, c'est plus simplement un changement dans les distances moléculaires.

» M. Röntgen décrit plusieurs expériences dont les résultats sont d'accord avec les nôtres. L'une d'elles est faite en prenant une plaque de quartz perpendiculaire à l'axe, sur laquelle on a fixé un anneau d'étain en feuille que l'on a divisé, par des sections normales aux faces du prisme, en six portions dont chacune correspond à l'une des extrémités d'un des axes d'hémimorphisme. En déposant au centre de la plaque un petit cylindre de laiton chauffé, on voit, lorsqu'on a réuni trois portions alternatives avec deux des secteurs de l'électromètre Kirchhoff-Thomson, se manifester un dégagement d'électricité qui correspond à celui qui résulterait d'une compression dans le sens de l'axe latéral correspondant. Ici encore, il y a un échauffement irrégulier et par conséquent des dilatations inégales qui ont pour conséquence un dégagement d'électricité dans les corps hémimorphes. Il n'en serait plus de même, ainsi qu'il résulte d'expériences de M. Röntgen sur une sphère de quartz, si l'on passait d'une température à une autre température fixe. Dans ce cas, la tourmaline donne une quantité d'électricité proportionnelle à la variation de température; le quartz ne donne pas d'électricité du tout.

» Dans une prochaine Note, sur la pyro-électricité de la blende, nous reviendrons sur ce que M. Hankel a appelé *actino-électricité*. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la culture du cacaoyer. Recherches sur la constitution des fèves de cacao et du chocolat;* par M. **Boussingault**. (Extrait.)

« Le cacaoyer est fort commun dans les régions chaudes de l'Amérique, mais, lors de la conquête, on le cultivait seulement au Mexique, là

([1]) *Ber. der Oberrh. Ges. f. Natur- und Heilkunde*, XXII.

([2]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. V, p. 282, décembre 1882.

où les habitants étaient d'origine toltèque et aztèque; dans le Guatemala, le Nicaragua. Sous le règne de Montezuma, les Espagnols transportèrent cet arbre aux Canaries, sur le littoral du Venezuela, dans les Antilles. Le cacaoyer exige un sol riche, profond, humide; rien ne lui convient mieux qu'une forêt défrichée; toutes les plantations offrent une situation analogue : des localités abritées, à peu de distance de la mer, ou sur les bords des rivières. Lorsqu'un terrain est jugé propre à la culture, on commence par assurer un système d'ombrage. Si l'on défriche, on laisse debout des arbres feuillés, ou bien l'on plante des essences de croissance rapide, par exemple l'*Erythrina umbrosa*, le bananier.

» Au sud de l'équateur, dans la province de Guayaquil, on procède directement à la plantation des graines, tandis que dans le Venezuela on les fait pousser dans des pépinières, où toutes les précautions sont prises pour protéger la jeune plante contre l'ardeur du soleil. La graine germe en huit ou dix jours; à sa deuxième année, le cacaoyer s'élève à une hauteur d'environ 1^m; c'est alors qu'on l'écime. L'arbre fleurit généralement à l'âge de trente mois, et cela dans les conditions climatériques les plus favorables, là où la chaleur moyenne est de 27° à 28°.

» Il est peu de plantes dont la fleur soit aussi petite, et surtout aussi disproportionnée au volume du fruit. Un bouton que j'ai mesuré lors de son épanouissement ne dépassait pas $0^m,004$; la corolle portait dix folioles entourant cinq étamines d'un blanc d'argent. Les fleurs n'apparaissent pas isolément, mais en bouquets, sur le tronc même, à toute élévation, sur les branches mères, et même sur les racines ligneuses rampant à la surface du sol.

» J'indique, dans mon Mémoire, les distances qui séparaient les arbres dans les plantations que j'ai visitées, et les soins apportés à la culture. De la chute des fleurs à la maturité, il s'écoule à peu près quatre mois. Le fruit, ou *cabosse*, est divisé en cinq lobes; son poids varie de 300 à 500^{gr}. Les graines qu'on en retire sont exposées au Soleil; la nuit, on les rassemble en tas sous un hangar. Il s'y manifeste bientôt une fermentation active, qui serait nuisible si on la laissait accroître. De 100^{kg} de semence fraîche j'ai vu retirer, dans une hacienda d'Aragua, 45 à 50^{kg} de cacao sec et marchand. Un cacaoyer ayant atteint l'âge de sept à huit ans en fournit annuellement en moyenne $0^{kg},75$. A Gigante, dans le haut Magdalena, le rendement est d'environ 2^{kg}.

» Le cacao est décortiqué par l'application d'une chaleur modérée; la coque devenue friable est enlevée par le vannage. En se torréfiant, la fève

acquiert, comme celle du café, une odeur due à une infime proportion d'un principe volatil. C'est l'arome qu'on perçoit dans le chocolat. Les fèves de cacao sont riches en principes nutritifs; indépendamment d'une forte dose de matière grasse, on y trouve des substances azotées analogues à l'albumine, à la caséine; de la théobromine, des composés à constitution ternaire : ces éléments varient nécessairement en quantité d'après la provenance. C'est ce qu'établissent de nombreuses analyses faites au Conservatoire des Arts et Métiers. Voici le résultat d'un examen de cacao venant de la Trinidad :

Beurre,
Amidon,
Théobromine,
Asparagine,
Albumine,
Gomme donnant de l'acide mucique,
Acide tartrique libre et combiné,
Cellulose soluble,
Cendre,
Matières d'une nature indéterminée.

» Le cacao décortiqué, légèrement grillé, séparé des germes, est la base du chocolat. Dans les produits des fabriques françaises, on a trouvé de 55 à 59 pour 100 de sucre; dans des produits espagnols, 40 à 53 pour 100 de sucre.

» Dans les chocolats loyalement préparés il n'entre que du cacao et du sucre, dont une trop forte proportion atténue probablement leur qualité. Aussi, en Amérique, lorsqu'il s'agissait d'une expédition lointaine, je le faisais préparer avec 80 de cacao et 20 de sucre; composition représentée par :

Sucre	20
Beurre	41
Albumine	10
Phosphate	3
Autres matières	26
	100

» C'était un utile supplément à la ration formée de viande séchée à l'air (tasajo), de biscuit de maïs ou de galettes de casave.

» Les Mexicains faisaient avec le cacao la pâte qu'ils nommaient *chocolatl*, dans laquelle il entrait un peu de maïs.

» Jusqu'au XVIe siècle, les voyageurs ont différé beaucoup dans les jugements qu'ils portaient sur le chocolat. Acosta le considérait comme un préjugé. En revanche, Fernand Cortès en exagérait peut-être la valeur en admettant qu'en en buvant une tasse on pouvait marcher pendant toute une journée sans prendre d'autre nourriture. En France, la nouvelle boisson eut des partisans et des détracteurs. On sait ce qu'en dit Mme de Sévigné dans une lettre adressée à sa fille : « J'ai voulu me raccommoder » avec le chocolat; j'en pris avant-hier pour digérer mon dîner, afin de » bien souper, et j'en pris hier pour me nourrir et pour jeûner jusqu'au » soir : il m'a fait tous les effets que je voulais; voilà de quoi je le trouve » plaisant : c'est qu'il agit selon l'intention. »

» Le chocolat renferme sous un faible volume une forte proportion de matières alimentaires. Humboldt rappelle qu'on a dit avec raison qu'en Afrique le riz, la gomme, le beurre du Shea aident l'homme à traverser les déserts; il ajoute que, dans le nouveau monde, le chocolat, la farine de maïs lui rendent accessibles les plateaux des Andes et de vastes forêts.

» Par l'association de l'albumine, de la graisse, des congénères du sucre et la présence des phosphates, le cacao rappelle la composition du lait, le type, suivant Prout, de tout régime nutritif.

» J'ai eu l'occasion de faire remarquer que, parvenu à un certain état de civilisation, l'homme associe fréquemment à sa nourriture des plantes qui agissent sur son organisme à la manière des boissons fermentées. Comme le vin pris à dose convenable, ces aliments favorisent la digestion, surexcitent la mémoire, exaltent l'imagination et développent un sentiment de bien-être, sans donner lieu à cette réaction fâcheuse que détermine souvent l'abus des liqueurs alcooliques.

» C'est un fait curieux que les races humaines séparées par les plus grandes distances, n'ayant jamais eu de communications entre elles, préparaient avec certains végétaux des breuvages excitants : le thé en Chine, le café en Arabie, le maté au Paraguay, le coca au Pérou, le cacao au Mexique; utilisant tantôt les feuilles, tantôt les graines de plantes dont les genres botaniques n'ont aucune analogie, mais, malgré cette différence, exerçant une même action sur le système nerveux, sur la digestion : c'est que, en réalité, il y a dans ces végétaux des substances possédant la constitution des alcaloïdes doués de propriétés semblables : c'est la caféine, dans les feuilles du thé, du maté, dans les semences du café; la cocéine, dans les feuilles du coca; la théobromine, dans les graines du cacaoyer. Ainsi, le Chinois, l'Arabe, l'Indien du Paraguay, l'Inca, l'Aztèque étaient sous

l'influence d'un même agent quand ils avaient pris leur boisson habituelle, dont l'usage est maintenant si répandu.

» Sans doute, les infusions de thé, de maté, de café, de coca ne sauraient être considérées comme des aliments. Les matières fixes qu'elles renferment sont en trop faibles proportions et n'agissent vraisemblablement qu'en vertu de leur alcaloïde. Il n'en est pas ainsi du chocolat : c'est à la fois un aliment complet et un excitant énergique, puisqu'il approche, par sa constitution, de la nourriture par excellence, le lait.

» En effet, nous avons vu, je le répète, que dans le cacao il y a de la légumine, de l'albumine, de la viande végétale associée à de la graisse, à des matières amylacées, sucrées, entretenant la combustion respiratoire, enfin des phosphates, matériaux du système osseux, et de plus, ce que le lait ne contient pas, de la théobromine et un arome délicat. Torréfié, broyé, mêlé au sucre, le cacao constitue le chocolat, dont les propriétés étonnèrent les soldats espagnols qui envahirent le Mexique. »

PHYSIOLOGIE. — *Analyse des mouvements du vol des oiseaux par la Photographie;* par M. **Marey.**

« En présentant, l'an dernier, les premiers résultats de mes essais sur la photographie instantanée d'oiseaux pendant le vol, je montrais que l'intérêt véritable de ces expériences consiste à recueillir une série d'images représentant les attitudes successives de l'oiseau aux différentes phases d'une révolution de ses ailes. Le fusil photographique dont je me servais alors donnait à peu près douze images par seconde, de sorte que, sur les oiseaux dont les battements d'ailes sont lents, on pouvait recueillir trois ou quatre attitudes différentes de l'aile à chacune de ses révolutions ([1]). Ainsi, la mouette, qui donne assez exactement trois battements à la seconde, se trouvait, par exemple, représentée d'abord avec les ailes en haut, puis successivement on la voyait abaissant ses ailes, les tenant tout à fait en bas, enfin les relevant; après cela recommençait une seconde série d'attitudes semblables aux précédentes; enfin une troisième série, pareille aux deux autres, complétait le cycle des douze images.

» En prenant ainsi la photographie d'un grand nombre d'oiseaux, on ne tombait pas toujours sur les mêmes phases du mouvement des ailes; aussi fut-il possible, en choisissant parmi les différentes épreuves, d'en

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 683 et 823.

trouver qui se complétaient les unes par les autres, montrant des positions de l'aile intermédiaires aux quatre dont il vient d'être question. Avec huit attitudes successives également espacées dans le temps, on construit des disques de phénakisticope qui donnent d'une manière saisissante l'impression d'un oiseau volant. Mais, comme ces photographies sont obtenues en visant l'oiseau d'une manière permanente, elles ne donnent que l'indication de ses attitudes successives, mais rien n'indique le chemin effectué, ni la vitesse aux différents instants du vol. Il est pourtant indispensable d'avoir cette indication des espaces parcourus en fonction du temps.

» Un semblable problème s'était posé déjà à propos de la locomotion de l'homme et des animaux et je l'avais résolu d'une manière satisfaisante, en recueillant les images photographiques en série, sur une même plaque immobile ([1]).

» Un homme vêtu de blanc marchait ou courait au devant d'un écran noir. Pendant ce temps, un disque fenêtré, tournant au devant de l'appareil photographique, n'admettait la lumière dans l'objectif qu'à des instants très courts, séparés par des intervalles de temps égaux. Chaque admission de la lumière produisait sur la plaque photographique une image du marcheur, et comme, entre deux retours successifs de la fente du disque tournant, l'homme avait fait un certain chemin, ses images successives se formaient sur la plaque en des lieux différents : l'intervalle qui les séparait l'une de l'autre était exactement proportionnel à la distance parcourue pendant une rotation du disque.

» La même méthode était applicable à l'analyse du vol de l'oiseau.

» Je pris un pigeon blanc, et, le faisant voler parallèlement au plan d'un écran noir au devant duquel je le lâchais, j'obtins une série d'images séparées par des intervalles variables suivant la vitesse du vol. La *fig.* 1 est la reproduction, par la *similigravure*, d'une de ces photographies ([2]).

» On y peut voir, relativement à la netteté des images, une grande supériorité sur mes premières épreuves. Ce ne sont plus de simples silhouettes, comme on en avait le plus souvent avec l'emploi du fusil, mais des images

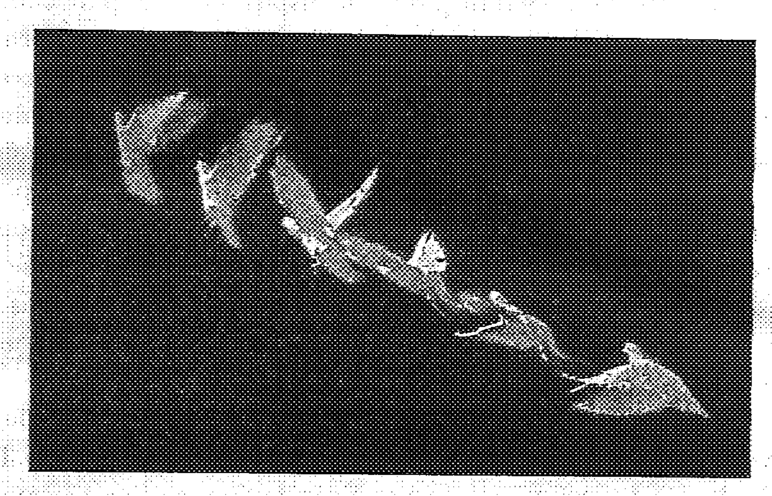
---

([1]) *Comptes rendus*, 1882, 1er semestre, p. 1013.

([2]) On sait que, dans ce procédé, la main de l'homme n'intervient pas, ce qui donne aux reproductions la même valeur qu'aux épreuves originales au point de vue de l'authenticité des attitudes. Toutefois, l'introduction des hachures nécessaires pour le tirage en typographie altère un peu le modelé des formes de l'oiseau, qui sont si nettes dans les épreuves photographiques.

assez bien formées pour pouvoir supporter un agrandissement de quatre à cinq diamètres. Ce progrès tient à la plus grande perfection de la mise au

Fig. 1.



Images successives d'un pigeon qui vole, recueillies à des intervalles de $\frac{1}{8}$ de seconde. Temps moyen de pose, $\frac{1}{500}$ de seconde.

point. En effet, il devient assez facile de régler l'appareil photographique lorsqu'on sait approximativement à quelle distance passera l'oiseau.

» Un autre avantage de la disposition nouvelle consiste en l'emploi d'un grand disque (1^m de diamètre) muni de fenêtres assez larges ($0^m,03$) et tournant avec rapidité (8 tours environ à la seconde). Les effets de la diffraction qui altèrent la pureté des images quand on opère avec de petites fentes deviennent insensibles quand la fente a plus de largeur.

» Dans les conditions ci-dessus décrites, les admissions de la lumière se faisaient huit fois par seconde, et le temps d'éclairage était d'environ $\frac{1}{900}$ de seconde. Cette brièveté du temps de pose est encore une condition nécessaire à la netteté des images, car elle ne permet pas à l'oiseau de se déplacer sensiblement pendant qu'on en prend la photographie.

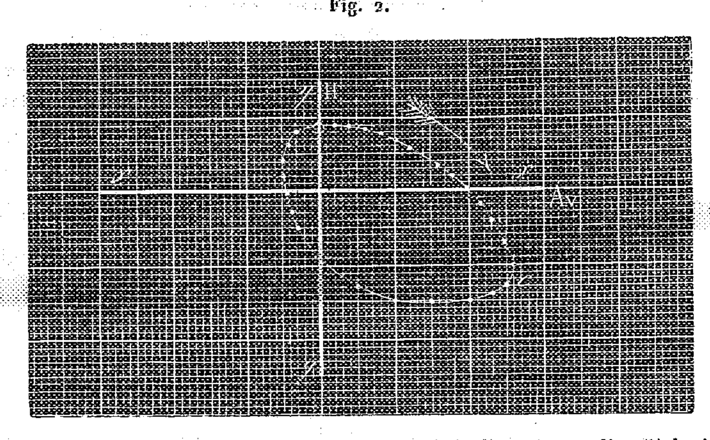
» Si maintenant on considère la série des attitudes que présente l'oiseau aux différents instants de son vol, on trouve quelques images qui, au premier abord, sont assez étranges ; ainsi l'oiseau, en abaissant ses ailes, les porte tellement en avant que sa tête disparaît à certains instants, complètement couverte par les ailes, dont la pointe se trouve bien en avant du bec. Cette position singulière se voyait du reste sur certaines photographies inédites que M. Muybridge a obtenues et qu'il a bien voulu me montrer.

Enfin on pouvait prévoir cette attitude d'après les résultats que m'a donnés autrefois l'inscription mécanique des mouvements de l'aile.

» Cette inscription, péniblement obtenue au moyen d'instruments compliqués et délicats ([1]), ne paraît pas avoir inspiré beaucoup de confiance à ceux qui s'occupent de l'étude du vol. Toutefois, si l'on rapproche les images photographiques de la courbe tracée par les appareils inscripteurs, on trouve une concordance complète entre la courbe et les photographies. La *fig.* 2, en effet, montre que, sur le pigeon, l'extrémité de l'aile décrit une sorte d'ellipse très allongée; que l'articulation de l'épaule qui correspond par sa position à l'entrecroisement des deux coordonnées x et y se trouve à la partie postérieure du grand axe de cette ellipse et que, par conséquent, c'est en avant surtout que se porte l'aile de l'oiseau. La photographie justifie donc pleinement les résultats donnés par la méthode graphique.

» Dans la *fig.* 2, une flèche indique le sens du mouvement de l'aile : ce mouvement se fait en bas et en avant, puis en haut et en arrière. La photographie doit justifier cette conclusion tirée de l'inscription mécanique du

Fig. 2.



Courbe fermée représentant la trajectoire de la pointe de l'aile d'un pigeon. Une flèche indique le sens du mouvement. Cette courbe a été obtenue au moyen d'appareils inscripteurs spéciaux.

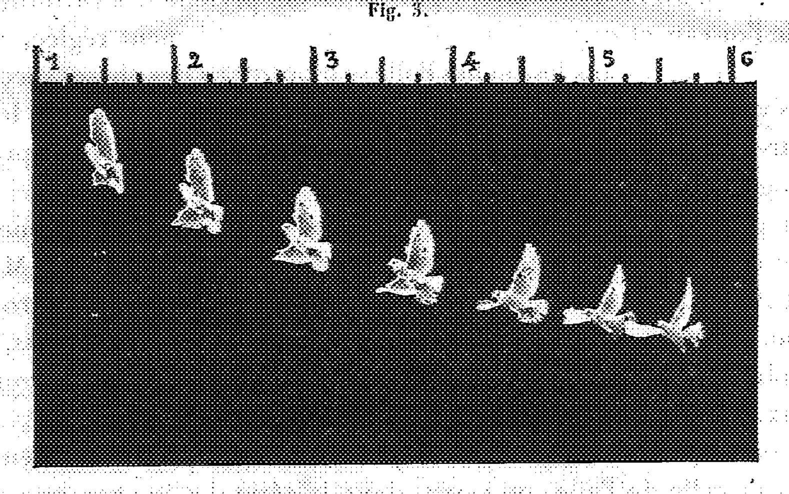
mouvement. Mais, si l'on regarde l'ordre suivant lequel se présentent les attitudes successives dans une image collective, on trouve, suivant les cas, des ordres de succession différents : cela dépend du rapport qui existe entre l'intervalle de temps qui sépare les images successives et la fréquence des mouvements de l'aile. Ainsi, en ralentissant un peu la rotation du disque

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 589.

fenêtré, on a eu la série d'images représentée *fig.* 3. Dans cette série, à chaque image l'oiseau se retrouve toujours dans la même attitude : c'est que la période des battements de ses ailes coïncidait avec celle des éclairages de l'appareil photographique. Des expériences antérieures m'ont appris, en effet, que le pigeon donne environ huit coups d'aile par seconde; or c'était précisément la vitesse de la rotation du disque fenêtré : il était donc naturel que chaque nouvelle admission de la lumière retrouvât toujours le pigeon dans la même attitude. Le seul changement d'une image à l'autre consistait en une translation de l'oiseau.

» La *fig.* 3 montre un pigeon dans le milieu de la phase d'abaissement de ses ailes. Il n'y a pas de doute à cet égard, les plumes s'infléchissent sur la résistance de l'air brusquement frappé, et l'aile se courbe à son extrémité, présentant l'apparence d'une surface à concavité supérieure.

Fig. 3.



Images successives d'un pigeon qui vole, prises à des intervalles de $\frac{1}{8}$ de seconde. Le temps de pose est de $\frac{1}{500}$ de seconde. Les espaces parcourus se mesurent au moyen de l'échelle métrique placée en haut de la figure.

D'un bout à l'autre de la série des images, cette attitude se reproduit, sauf quelques différences tenant au changement d'inclinaison du corps de l'oiseau. Ainsi, vers la fin de son vol ascendant, le pigeon redressait son corps et l'inclinait sur le côté, de manière à présenter sa face ventrale.

On observera en même temps que les figures successives sont séparées par un intervalle assez régulièrement croissant. Cela signifie qu'entre deux éclairages consécutifs l'oiseau avait parcouru des distances de plus en plus grandes. Tous les oiseaux présentent, au début de leur vol, une accélération de ce genre. Veut-on mesurer en mètres ces espaces franchis par

l'oiseau, l'échelle métrique placée en haut de la figure permet cette évaluation et montre que l'oiseau parcourait d'abord $1^{m},20$ entre deux coups d'aile, c'est-à-dire en $\frac{1}{8}$ de seconde, soit $9^{m},60$ par seconde; du cinquième au sixième coup d'aile, l'espace franchi est de $1^{m},70$, soit $13^{m},60$ par seconde.

» On remarquera toutefois que, dans cette expérience, le vol ne s'effectuait pas parallèlement au plan de la glace sensible, mais qu'en s'élevant l'oiseau se rapprochait un peu de l'appareil. La *fig.* 3 ne serait donc pas favorablement choisie pour déterminer la vitesse du vol.

» Dans la *fig.* 1, au contraire, les espaces successivement parcourus vont toujours en se raccourcissant : cela tient à ce que l'oiseau s'élevait en volant; or c'est toujours aux dépens de la vitesse que se produisent ces mouvements ascendants.

» En faisant varier légèrement la vitesse de rotation du disque tournant, il est clair qu'on ne rencontrera plus la même période des révolutions de l'aile de l'oiseau et que, si la rotation est convenablement réglée, on obtiendra des images dans lesquelles l'aile se montrera à des phases successives de sa révolution; or ces phases seront d'autant plus rapprochées les unes des autres que la période de révolution du disque fenêtré se rapprochera davantage de celle de l'aile.

» On pourra ainsi faire une analyse stroboscopique des mouvements du vol. Cette analyse a déjà été tentée il y a quelques années par MM. Gauchot et Penaud, mais la méthode optique donne des sensations trop fugitives pour qu'on puisse bien saisir la succession des mouvements, tandis que la photographie livre à l'étude un document permanent beaucoup plus précieux.

» Suivant que la révolution du disque sera un peu plus ou un peu moins rapide que celle de l'aile, on verra, dans la série des images, une succession différente des mouvements. Pour que la succession des attitudes de l'aile soit dans le sens direct, c'est-à-dire dans l'ordre où ces mouvements s'effectuent dans le vol, il faut que la rotation du disque soit un peu plus lente que celle de l'aile de l'oiseau. Chaque nouvel éclairement de l'appareil rencontrera l'aile à une phase plus tardive de son parcours, et les images s'échelonneront sur la plaque dans l'ordre réel du mouvement. Avec une rotation plus rapide, l'aile se trouverait au contraire toujours en retard et les images donneraient l'apparence de mouvements renversés. C'est ce qui a eu lieu (*fig.* 1).

» Pour déterminer si une série d'images donne les mouvements en sens direct ou en sens renversé, il y a différents moyens.

» D'abord il est facile de distinguer une aile qui s'abaisse d'une aile qu s'élève : la première seule présente l'inflexion des plumes sur la résistance de l'air et la forme concave par en haut dont nous avons parlé. Si donc une série d'attitudes voisines l'une de l'autre montre l'aile infléchie par la résistance de l'air, cette forme suffira pour caractériser le sens du mouvement, car une aile portée en avant et courbée sur l'air signifie que le sens du mouvement est en avant et en bas.

» Un autre moyen consiste à multiplier le nombre des images de manière à être sûr que ce nombre excède beaucoup celui des coups d'aile, et que, par exemple, quatre ou cinq images consécutives se produisent dans une même révolution du vol. Si le nombre des images était trop grand, il en résulterait de la confusion, mais avec un disque muni de cinq fenêtres, et tournant environ huit fois par seconde, on est assuré d'obtenir les images avec leur succession réelle. On voit alors que le sens du mouvement est bien celui que représente la courbe de la *fig.* 2.

» Enfin, si l'on examine la position de l'aile aux différentes phases de son parcours, la photographie révèle les détails les plus intéressants.

» Assurément le pigeon se prête mal à de pareilles études, à cause de la fréquence trop grande des battements de ses ailes; mais, malgré cela, on observe déjà certains actes qui échappent à l'examen direct du vol. Ainsi, en suivant l'aile dans son parcours à partir du moment où elle est en élévation extrême, on voit qu'elle se porte très vivement en avant et cache latéralement la tête de l'oiseau; puis l'aile s'abaisse et s'infléchit sur l'air pendant toute sa phase d'abaissement. A la fin de l'abaissement, les articulations carpiennes, étendues jusqu'ici, se plient soudainement, et l'aile forme au niveau du corps un angle saillant; les pennes s'écartent l'une de l'autre, et leur imbrication devient apparente. Des espaces libres que l'on a comparés à ceux qui séparent les lames d'une persienne se produisent et semblent avoir pour effet de laisser l'air traverser l'aile remontante. Cette fonction des pennes, déjà maintes fois signalée par les auteurs qui se sont occupés du vol des oiseaux, était jusqu'ici déduite plutôt de l'anatomie que réellement constatée. Existe-t-elle à tous les instants du vol? J'ai quelques raisons de croire qu'elle ne se produit que dans les coups d'aile de départ et que, sur l'oiseau lancé à pleine vitesse, la flexion du carpe et la séparation des pennes cessent de se produire.

» Mais, pour juger cette question et beaucoup d'autres encore, il faudra multiplier les expériences, prendre des images en séries sous différents angles, de manière à voir l'oiseau tantôt de profil, tantôt fuyant ou s'approchant.

Enfin, et surtout, il faudra opérer sur des oiseaux de différentes espèces, afin de saisir les caractères particuliers du vol de chacune d'elles. Je ne prétends aujourd'hui que donner un aperçu de la méthode et des résultats qu'elle semble destinée à donner pour l'analyse du mécanisme si compliqué du vol. »

CHIMIE. — *Examen d'un sulfate double d'iridium et de potasse.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Dans une Communication précédente [1], j'ai signalé l'existence d'un sulfate vert d'iridium et de potasse qui s'obtient, comme résidu insoluble, quand on dissout, dans l'eau chargée de sulfate neutre de potasse, le produit de l'attaque des composés iridiques par le bisulfate potassique à la température du rouge sombre.

» J'ai maintenant l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le résultat des observations que j'ai eu l'occasion de faire sur cette substance, à laquelle l'analyse paraît assigner la formule $Ir^2O^3, 3SO^3 + 3(K^2OSO^3)$, On y trouve en effet : $3,11 SO^3$ et $1,54 K^2O$ pour 1^{at} d'iridium (soit $6,2 SO^3$ et $3,1 K^2O$ pour $2 Ir$) [2].

» Dans les analyses I et II, on a dosé l'iridium par transformation en tétrachlorure au moyen d'eau régale bouillante et par comparaison de la teinte avec celle d'une solution titrée de $IrCl^4$.

» Dans l'analyse III, la substance a été réduite au rouge sombre par l'hydrogène, et l'iridium, bien lavé à l'eau aiguisée de SH^2O^4, puis chauffé et refroidi dans l'hydrogène, a été pesé directement. Les eaux de lavage de l'iridium, évaporées et calcinées au rouge vif, ont fourni le sulfate de potasse. Quant à l'acide sulfurique (analyse I), il a été dosé sous forme de BaO, SO^3, après transformation de l'iridium en tétrachlorure par l'eau régale.

	Poids de matière analysée.	Trouvé			Réduction à une prise d'essai de $0^{gr},0304$.		
		SO^3.	K^2O.	Ir.	SO^3.	K^2O.	Ir.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
I..........	66,50	26,79	»	21,27	12,25	»	9,72
II.........	33,60	»	»	10,70	»	»	9,68
III........	30,40	»	7,14	9,70	»	7,14	9,70

(1) *Comptes rendus*, mai 1883; p. 1336.

(2) Le léger excès de SO^3 et de K^2O relativement au poids d'iridium trouvé s'explique par la difficulté d'enlever au sel vert les dernières traces du K^2O, SO^3 qui a servi à le précipiter.

» Théorie pour $Ir^2O^3,3SO^3 + 3(K^2O,SO^3)$ et $0^{gr},0304$ de matière

	mg
SO^3	12,11
K^2O	7,13
Ir........................	9,95

» Le sulfate double vert est soluble dans l'eau pure ou aiguisée de SH^2O^4, mais presque complètement insoluble dans une liqueur saturée de sulfate neutre de potasse; il est également précipité par l'eau alcoolisée, ce qui permet de lui enlever l'excès de sulfate de potasse.

» Préparé par lent refroidissement de sa solution saturée à chaud, le sel vert offre l'aspect de grains cristallins (octaèdres aplatis parallèlement à une de leurs faces?), transparents, qui n'agissent pas sur la lumière polarisée.

» L'ébullition ne modifie pas le sulfate double si la solution est notablement acide; mais, dès qu'on approche de la neutralité sans cependant l'atteindre, et surtout quand il existe dans la liqueur une certaine proportion de sulfate neutre de potasse, la couleur verte s'évanouit rapidement pour faire place à une teinte rose très pâle. Avec une acidité très faible, il se dépose même déjà un précipité violet ou gris violet (1). A ce moment, l'ammoniaque, et mieux encore la potasse, séparent tout l'iridium sous forme d'oxyde soluble dans SH^2O^4 étendu, avec une riche couleur violet-pensée. Le sel vert pur (ne contenant par conséquent que le sulfate de potasse qui entre dans sa constitution) se décompose difficilement par l'ébullition, mais la transformation a lieu dès qu'on ajoute du sulfate neutre de potasse, lequel se change sans doute partiellement en bisulfate et pour cela s'empare de l'acide sulfurique antérieurement combiné avec l'iridium.

» Un petit excès de potasse change à froid la couleur verte du sel double en un bleu pâle, mais sans précipitation immédiate. A chaud, il se développe rapidement une magnifique teinte violette, et l'iridium ne tarde guère à se séparer sous forme d'oxyde d'un beau bleu violet, soluble en violet-pensée dans SH^2O^4 étendu. Quelquefois cependant (surtout quand la proportion d'iridium est très faible), la couleur développée par KHO est seulement violet gris et le précipité également violet gris sale; cet oxyde se dissout d'ailleurs en riche violet-pensée dans SH^2O^4 étendu.

» Avec un excès d'ammoniaque, le sel vert ne précipite pas de suite à froid. A chaud, la liqueur devient d'un assez beau violet, beaucoup moins

(1) Le même effet semble se produire à froid, mais avec une extrême lenteur.

intense toutefois que si l'on avait employé la potasse. En prolongeant l'ébullition, la couleur s'affaiblit jusqu'à n'être plus que d'un rose très pâle, et une partie seulement de l'iridium se dépose en un précipité tantôt violet, tantôt gris violet, mais dans les deux cas soluble en violet-pensée dans SH^2O^4 étendu. La liqueur filtrée, étant chauffée après addition d'un petit excès de potasse, acquiert une belle teinte violette, et une certaine quantité d'oxyde bleu violet se dépose. Il reste néanmoins de l'iridium dans la solution, qui conserve une couleur rose ou violette. D'après cela, il paraît donc prudent d'employer la potasse et non l'ammoniaque, quand on recherche l'iridium par le procédé (A), recommandé dans ma précédente Note. J'ai cependant retiré de faibles traces d'iridium en me servant d'ammoniaque; mais ce réactif n'a été versé qu'après avoir soigneusement fait bouillir la solution iridique verte *presque neutralisée et chargée de beaucoup de sulfate neutre de potasse*.

» Le sel vert n'est pas détruit par l'ébullition avec de l'acide chlorhydrique étendu, non plus qu'avec HCl et un excès d'iode; avec l'acide azotique étendu et chaud, sa couleur devient d'un bleu violet assez pâle.

» L'eau régale bouillante transforme complètement, quoique lentement, le sulfate vert en tétrachlorure ordinaire brun; les sels de baryte séparent alors l'acide sulfurique contenu dans la liqueur sans entraîner l'iridium, ce qui n'a pas lieu si l'on opère sur la solution primitive. Dans ce cas, en effet, une grande partie de l'iridium se dépose en même temps que le sulfate de baryte, qu'il colore en vert foncé. L'eau régale bouillante ne modifie aucunement la teinte de ce précipité; il faut, pour transformer en tétrachlorure l'iridium qu'il renferme, employer assez d'eau régale pour dissoudre le sulfate de baryte lui-même. Le $BaOSO^3$ iridifère ne perd que très peu d'iridium au contact du sulfhydrate d'ammoniaque (du moins en une heure ou deux); la majeure partie du métal reste dans le précipité dont la couleur, plus ou moins effacée et jaunie, redevient d'un beau vert après lavage à l'eau régale.

» Une solution de sulfate vert dans SH^2O^4 étendu prend une couleur bleu violet assez pâle quand on la chauffe après addition de permanganate de potasse; si l'on a préalablement ajouté de l'acide chlorhydrique, l'essai devient d'un vert très intense. Une solution chlorhydrique prend aussi une couleur vert foncé quand on la chauffe après y avoir introduit du chlorate de potasse [1].

---

[1] Dans la préparation du sulfate vert par fusion d'un sel d'iridium avec le bisulfate

» L'acide sulfureux ne décolore pas le sel vert à chaud, même lorsque la liqueur est acidifiée par SH^2O^4 ou HCl. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, de la part de S. M. *dom Pedro,* du deuxième Volume des « Annales de l'École des Mines de Ouro-Preto », dont le premier Volume a paru en 1881 ([1]).

« Ce Recueil, publié en langue portugaise, contient des Mémoires et Notices relatifs à la Minéralogie, à la Géologie et à l'exploration des mines du Brésil. Il est publié par M. Gorceix, directeur de l'École des Mines de Ouro-Preto.

» Parmi les documents que renferme ce deuxième Volume, on remarque les suivants : *Nature chimique et minéralogique des roches des environs de Ouro-Preto*, par M. Gorceix; *Industrie minérale de la province de Minas Geraes en ce qui concerne le fer et l'or*, par M. de Bovet, Professeur à l'École; *Transmission de la force motrice par l'électricité*, par M. Thiré, professeur à l'École et, comme M. de Bovet, ancien élève de l'École nationale des Mines de Paris; *Minéralogie et Géologie d'une partie du nord de la province de Minas Geraes*, par M. J.-D. da Costa Sena, ingénieur des mines et préparateur à l'École (Observations recueillies dans les voyages que l'auteur a faits accompagné d'élèves de l'École); *Analyses exécutées au laboratoire de l'École* sur des minéraux divers.

» Des modifications introduites dans les programmes des trois années des cours de l'École des Mines de Ouro-Preto, depuis qu'elle a été organisée par un décret du 12 octobre 1876, figurent à la fin du même Volume.

» Cette publication sert de complément à l'École dont S. M. l'Empereur a doté le Brésil : destinée à faire connaître les richesses minérales de ce pays si remarquable, ainsi que les moyens de les utiliser, elle est très digne d'intérêt et d'encouragement. »

---

potassique, il ne faut pas maintenir trop longtemps la matière au rouge, car elle ne donnerait guère ensuite avec l'eau que des composés bleus ou violets. Le maximum de rendement du sel vert s'obtient en portant rapidement la masse au rouge sombre et enlevant le feu presque aussitôt que cette température a été atteinte. Il arrive parfois que le sulfate vert brut est assez difficilement repris par l'eau pure, même bouillante; après acidification par SH^2O^4, la dissolution s'opère aisément.

([1]) Voir *Comptes rendus,* t. XCII, p. 1472.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1883.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Morogues : MM. Boussingault, Peligot, Schlœsing, H. Mangon et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Dumas et Thenard.

Grand prix des Sciences physiques (*Développement histologique des Insectes pendant leurs métamorphoses*) : MM. H. Milne-Edwards, Blanchard, A. Milne-Edwards, de Quatrefages et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et Pasteur.

Prix Savigny : MM. de Quatrefages, Blanchard, A. Milne-Edwards, H. Milne-Edwards et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et Cosson.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*) : MM. Gosselin, Vulpian, P. Bert, Marey, Richet, Larrey, Bouley, H. Milne-Edwards et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et Chatin.

Prix Godard : MM. Gosselin, Vulpian, P. Bert, Richet et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Ch. Robin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'atténuation de la bactéridie charbonneuse et de ses germes sous l'influence des substances antiseptiques.* Note de MM. **Chamberland** et **Roux**, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 9 avril, nous avons établi que la bactéridie du charbon est modifiée dans sa virulence

lorsqu'elle pullule dans un milieu additionné de certaines substances antiseptiques, notamment d'acide phénique et de bichromate de potasse. Nous avons montré que la bactéridie-filament qui a subi l'action de ces agents se reproduit dans les milieux appropriés en conservant sa virulence atténuée et qu'elle y donne des germes qui perpétuent ses qualités nouvelles.

» Dans une autre série d'expériences, nous avons soumis la bactéridie-filament à l'action de l'agent chimique au sein d'un liquide où sa pullulation n'est pas possible : nous avons fait agir sur la bactéridie toute formée une solution d'antiseptique dans l'eau pure qui ne lui apporte aucun élément nutritif.

» Les filaments bactéridiens d'une goutte de sang charbonneux virulent mise dans l'eau phéniquée au $\frac{1}{600}$ ne tardent pas à périr; nous avons vu [1] cependant que la bactéridie vit et végète pendant des mois dans un bouillon nutritif qui renferme cette même proportion de $\frac{1}{600}$ d'acide phénique. Dans une solution phéniquée au $\frac{1}{900}$ les filaments bactéridiens restent vivants pendant un temps très long, ainsi que le prouvent les cultures que l'on peut en faire même au bout de plusieurs mois. Pendant tout le temps de l'expérience ils ne donnent pas de germes et leur virulence va en s'affaiblissant. Ainsi la culture de bactéridies filamenteuses restées un mois en contact avec une solution phéniquée au $\frac{1}{900}$ tue les lapins et les cobayes. Une culture faite après trois mois ne tue plus les lapins. Dans ces circonstances la perte de la virulence est moins rapide que dans le cas où la bactéridie végète en présence de l'antiseptique. Ce n'est que peu de temps avant la mort des filaments que l'on constate cette diminution de virulence pour les lapins.

» La condition essentielle pour atténuer la virulence de la bactéridie charbonneuse, soit par la méthode des cultures à 42°-43°, soit par celle qui emploie les antiseptiques, est l'absence de spores dans les filaments soumis à l'action prolongée de l'air, de la chaleur ou des agents chimiques divers. La spore est la forme de résistance de la bactéridie; elle la soustrait, pour ainsi dire, à l'action du milieu environnant et conserve les propriétés du filament qui lui a donné naissance. Malgré cette résistance aux agents extérieurs, le germe de la bactéridie peut être modifié et atténué dans sa virulence comme le filament lui-même.

» Des spores de bactéridie bien formées, vieilles d'une quinzaine de jours, sont mises en contact avec de l'acide sulfurique à 2 pour 100 et expo-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 9 avril 1883.

sées à la température de 35° dans des tubes fermés que l'on agite fréquemment, pour bien assurer le contact de l'acide et des spores. Tous les deux jours une petite quantité de ces spores sont semées dans du bouillon de veau légèrement alcalin. Les cultures ainsi obtenues dans les premiers jours tuent les lapins et les cobayes. La culture faite le huitième ou le dixième jour tue les cobayes, mais est inoffensive pour les lapins; la culture faite le quatorzième jour ne tue plus qu'une partie des cobayes auxquels on l'inocule. Les bactéridies ainsi obtenues donnent rapidement de nombreux germes et conservent leur virulence atténuée dans les cultures successives.

» Mais, fait digne de remarque, les cultures issues de spores traitées par l'acide sulfurique et qui ont perdu leur virulence pour les lapins l'ont conservée pour les moutons et les font périr dans la proportion de sept sur dix. Ce fait et ceux analogues que nous avons rapportés dans notre première Note montrent que chaque espèce animale a une réceptivité particulière pour chacune des races de bactéridies que l'on peut créer par les artifices de culture.

» La diminution de la virulence des spores de bactéridie et enfin leur mort sous l'action de l'acide sulfurique étendu surviennent d'autant plus rapidement que la température est plus élevée et l'acide plus concentré, et d'autant plus lentement que la température est plus basse et la solution acide plus étendue. »

(Cette Communication est renvoyée, ainsi que la Note du 9 avril, à l'examen de la Commission du concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

MÉDECINE. — *Sur la prophylaxie et la thérapeutique de la fièvre typhoïde.* Mémoire de M. A. **Delbovier**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« De tous les agents antifermentescibles préconisés jusqu'à ce jour contre la fièvre typhoïde et les autres *maladies zymotiques*, aucun n'a plus d'efficacité que l'iode associé aux alcaloïdes sédatifs de l'opium. Cet antifermentescible agit à la fois comme préventif et comme curatif, pourvu qu'il soit administré dès les premiers jours de la maladie : ou il jugule net la fièvre, ou il diminue considérablement son acuïté. La chaleur et le pouls restent normaux; il n'y a ni fièvre, ni délire, ni complications

d'aucune sorte. Le malade n'a pas besoin de s'aliter. Administré trop tard, ce remède ne peut réparer les désordres causés par les microbes et paraît dès lors avoir moins d'action. L'iode apparaît cependant comme le plus puissant antizymotique que l'on connaisse. »

VITICULTURE. — *Sur les ressources que présente la culture de la vigne dans les sables en Algérie.* Note de MM. **F. Convert** et **L. Degrully**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'immunité dont jouissent les vignes plantées dans les sables contre les atteintes du Phylloxera n'est plus contestée. Le mode de culture auquel elles sont soumises dans de pareils milieux semblait devoir rester très limité en raison de la rareté des terrains sablonneux. Il a cependant pris une extension beaucoup plus considérable qu'on ne le prévoyait. D'Aigues-Mortes, où les premiers résultats ont été obtenus, les plantations des vignes se sont peu à peu étendues aux dunes voisines calcaréo-siliceuses de la Méditerranée et aux sables de l'intérieur. De nombreux départements, on signale maintenant, dans les conditions les plus variées, d'heureuses tentatives de créations de nouveaux vignobles indemnes. Le Comité d'études et de vigilance de l'arrondissement de Nyons (Drôme) cite, en particulier, les importantes plantations des terrains sablonneux de Mirabel, qui font la richesse de cette commune. Ce mouvement ne s'arrêtera pas; on s'aperçoit sur bien des points de notre territoire que ces sables occupent en France des espaces importants et on les utilisera certainement, avec le temps, dans toutes les situations où ils présentent des chances sérieuses de succès pour la bonne végétation de la vigne.

» Si l'abondance des terrains sablonneux en France est beaucoup plus grande qu'on ne l'a cru tout d'abord, elle n'est cependant que relative, et bientôt leur occupation sera arrivée à son terme. L'Algérie nous réserve heureusement des ressources considérables que savent déjà apprécier d'habiles colons, dont le nombre ne peut manquer d'augmenter, et sur lesquelles il nous semble utile, en ce moment, d'appeler l'attention.

» Les sables formés des dunes de la mer, des alluvions de rivières et de la décomposition de roches de différentes natures, couvrent, en Algérie, des espaces très étendus sur tous les points où nous avons pu les examiner, dans de nombreuses stations aux environs d'Alger, de Mostaganem et d'Oran; la réussite de la vigne y est certaine, comme le prouvent des plantations

d'une vigueur réellement remarquable, dont la production se traduit par des rendements aussi élevés que dans les meilleurs terrains. Des entreprises spéciales se poursuivent actuellement à l'intérieur du pays, où l'on a à lutter contre la sécheresse et les gelées de printemps; nous ne tarderons pas à en connaître le résultat. Quoi qu'il en soit, de grandes superficies promettent des réussites certaines.

» Ces sables, qui conviennent parfaitement à la culture de la vigne, offrent, en outre, les garanties les plus sérieuses contre l'invasion phylloxérique, ainsi que le prouvent nos essais de laboratoire. Les sables des dunes ont la plus grande ressemblance avec ceux d'Aigues-Mortes; les autres présentent les mêmes propriétés physiques : ténuité, mobilité, hygroscopicité et capacité capillaire [1]. Pour la plupart, ils ont, ce qui ne nous paraît avoir qu'une importance secondaire, la même composition chimique. Sur les dunes, il faut, comme à Aigues-Mortes, protéger le sol et le défendre contre les vents qui tendent à en modifier incessamment le relief. A Aboukir et à Tivoli, les éléments sableux des terres voisines viennent à chaque instant obstruer les routes, qu'on n'arrive à préserver qu'au prix de travaux coûteux.

» En présence de l'identité des conditions que l'on observe entre les sables d'Aigues-mortes et ceux de l'Algérie, nous nous croyons autorisés à pouvoir affirmer qu'ils se comporteront de même en ce qui concerne le Phylloxera.

» Sans doute, l'Algérie n'est pas aux prises avec l'invasion phylloxérique et nous croyons même que les appréhensions que manifestent quelques vignerons de la colonie sont exagérées. En admettant, en effet, que l'introduction du puceron se produise en dépit des précautions qui ont été prises pour l'écarter, on n'aurait évidemment à redouter, pour de longues années, que des ravages purement locaux. Néanmoins, on ne saurait se dissimuler qu'il convient de compter, dans une certaine mesure, avec l'éventualité de la maladie des vignes. A ce titre, les terrains sablonneux de l'Algérie méritent d'être signalés aux nombreux viticulteurs qui font les efforts les plus louables pour remplacer, dans un milieu éminemment propice, une culture qu'un fléau compromet chez nous; ceux qui se décideront à s'établir en Algérie y trouveront d'ailleurs des devanciers qui ont su prendre en considération des avantages qu'on aurait tort de dédaigner. »

---

[1] Cette propriété de la *capacité capillaire* des sables a été, notamment de la part de MM. Saint-André et J.-A. Barral, l'objet d'instructives recherches qui ont été communiquées à l'Académie par leurs auteurs.

M. E. **Cacheux** adresse à l'Académie, pour le concours des Arts insalubres de la fondation Montyon, les écrits qu'il a publiés sur les logements des classes laborieuses, et l'énumération des essais pratiques qu'il a réalisés pour améliorer les habitations ouvrières parisiennes.

(Renvoi à la Commission du concours des Arts insalubres).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport de M. *H. Maze*, député, au nom de la Commission chargée d'examiner la proposition de loi de M. Martin Nadaud, tendant à modifier la loi du 13 avril 1850 sur l'assainissement des logements insalubres;

2° Une Carte géologique et agronomique de l'arrondissement de Rocroy, adressée par M. *Meugy*. Sur chacune des divisions géologiques, au nombre de 21, sont indiqués les divers caractères qui intéressent l'Agriculture.

M. **Westermann**, notaire à Cannes, informe l'Académie que M. *Félix-Antoine Martin-Damourette*, docteur en médecine, professeur de Thérapeutique, décédé le 26 avril 1883, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs* pour fonder un prix annuel ou bisannuel de Physiologie thérapeutique.

(Renvoi à la Commission administrative.)

ASTRONOMIE. — *Planète (233), découverte, le 11 mai 1883, à l'Observatoire de Marseille;* par M. **Borrelly**, communiquée par M. Stephan.

Dates de l'observ. 1883.	Heure de l'observation (temps moyen de Marseille).	Ascension droite apparente de (233).	Distance polaire apparente de (233).	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Observateur.
Mai 11....	$9^h 36^m 58^s$	$14^h 19^m 36^s,57$	$103°59'49'',0$	$\bar{1},2057$	$-0,8682$	Borrelly.
Mai 12....	$9^h 23^m 59^s$	$14^h 18^m 50^s,01$	$103°53'11'',1$	$\bar{1},2431$	$-0,8673$	Borrelly.

» La planète a l'éclat d'une étoile de 11e grandeur.

Position moyenne de l'étoile de comparaison, commune aux deux observations ci-dessus, pour 1883,0.

Nom de l'étoile.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
26306 Lalande........	8e	$14^h 18^m 24^s,34$	$104°11'1'',2$	Cat. Lalande

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète (233) Borrelly, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)* par M. G. **Bigourdan**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1883.	Étoiles de comparaison.		Grandeurs.	Ascension droite (233) − ⋆.	Déclinaison (233) − ⋆.
				m s	′ ″
Mai 12.........	*a*	364 Weisse$_1$ 14^h	9	−2.59,09	−1.28,9
13.........	*a*	»	9	−3.45,05	+5. 5,9
14.........	*b*	293 Weisse$_1$ 14^h	8	−1. 9,10	−6.39,5
15.........	*b*	»	8	−1.53,76	−0.14,1

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 12-13...	*a*	14.21.36,26	+3,23	−13.51.24,4	−11,6	Weisse$_1$.
14-15...	*b*	14.18.14,82	+3,22	−13.32.58,8	−11,8	»

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Mai 12......	9.43. 1	14.18.40,40	$\bar{1}$,107*n*	−13.53. 4,9	0,890	21 : 14
13......	9.37.40	14.17.54,44	$\bar{1}$,110*n*	−13.46.30,1	0,890	21 : 14
14......	9.56.39	14.17. 8,94	$\bar{2}$,949*n*	−13.39.50,1	0,892	18 : 18
15......	9.50.10	14.16.24,28	$\bar{2}$,964*n*	−13.33.24,7	0,891	21 : 14

» *Remarque.* — Mai 12 : la planète est de grandeur 11,3. »

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination du méridien dans les basses latitudes, comme celle de Rio-de-Janeiro.* Note de M. **Cruls**, transmise par S. M. dom Pedro.

« La détermination du méridien étant une opération qui sert, pour ainsi dire, de base à toute espèce d'observation astronomique, devient, dans un observatoire permanent, une question fondamentale, qui exige que, dès le principe, on s'en occupe sérieusement, de façon à lui assurer une solution convenable et en rapport avec l'exactitude que l'on est aujourd'hui en droit d'exiger dans les observations d'Astronomie de précision. A ce titre donc, et à cause des travaux entrepris depuis deux ans à l'Observatoire de Rio pour la confection d'un catalogue des étoiles de la zone

zénithale, je me suis occupé de cette question, à partir de l'époque où j'ai été chargé de l'intérim de la direction, et, certes, je puis affirmer, après un examen attentif des conditions dans lesquelles nous nous trouvons à Rio, quant à la question de la détermination du méridien, que jamais celle-ci n'a été étudiée avec tout le soin désirable.

» Convaincu de la difficulté de faire usage de la méthode absolue des passages supérieur et inférieur d'une même circompolaire, on avait cru devoir préconiser d'autres méthodes plus compliquées, telles que les azimuts correspondants ou extrêmes. Mais nous pensons que, tout en pouvant faire usage de ces méthodes, dans certaines applications de nature toute spéciale, elles ne doivent cependant être considérées que comme absolument secondaires, et que le procédé qui consiste à observer les passages supérieur et inférieur d'une même circompolaire, au moyen de la lunette méridienne, est et restera, comme il l'a été jusqu'ici dans tous les observatoires, le procédé fondamental par excellence.

» De tous les observatoires astronomiques proprement dits, situés dans l'hémisphère austral, celui de Rio est le plus rapproché de l'équateur, tous les autres se trouvant à des latitudes variant de 31° à 33°; cette circonstance donne donc à Rio un intérêt tout particulier à la question de la détermination du méridien par les procédés absolus.

» L'examen attentif de la région circompolaire du ciel austral montre l'existence de *neuf* étoiles au-dessus de la 4e grandeur, dont trois, comprises entre la 2e et la 3e, à savoir β Argo, α Triangle austral et β de l'Hydre. A elles seules, ces trois étoiles suffisent pour assurer la détermination du méridien pendant toute l'année, car leur culmination inférieure est observable au moins de nuit, lorsqu'elles passent au méridien entre 7^h du soir et 5^h du matin; leur culmination supérieure est observable à toute heure du jour, et, en outre, en ascension droite, elles se trouvent à peu près équidistantes entre elles. Indépendamment de ces trois étoiles, on peut encore utiliser les passages de γ de l'Hydre, dont les culminations supérieures sont observables à des heures très voisines de midi. Il suit donc de là qu'à toute époque de l'année on dispose à Rio au moins d'une circompolaire, observable le même jour à ses deux passages, et souvent même on peut faire usage de deux, trois et jusqu'à quatre circompolaires.

» Comme, à ces époques, les passages de ces diverses étoiles se suivent généralement à différentes heures du jour et de la nuit, on conçoit aisément comment on peut, dans ces conditions, examiner l'influence des variations de marche de la pendule qui ont la durée du jour pour période.

» En résumé donc, quoique la zone circompolaire australe, sous la

latitude de Rio, soit incomparablement plus pauvre en étoiles brillantes que la zone correspondante boréale, il n'en reste pas moins prouvé que l'emploi des passages supérieur et inférieur d'un certain nombre de circompolaires y permet, pendant toute l'année, la détermination du méridien, méthode dont nous faisons usage depuis deux ans, et, comme cette question avait été naguère l'objet d'une controverse, je crois convenable d'informer l'Académie des résultats auxquels son étude m'a conduit. »

ASTRONOMIE. — *Conservation de l'énergie et périodicité des taches du Soleil.* Note de M. A. **Duponchel.**

« Par diverses Communications manuscrites ou imprimées, dont la première remonte à plus de deux ans, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie l'exposé d'une théorie nouvelle rattachant la périodicité du phénomène des taches solaires à l'excentricité du mouvement des grosses planètes.

» En même temps que ma formule théorique me paraissait suffisamment démontrée par ce fait qu'elle s'appliquait avec une exactitude très convenable aux observations du passé, elle m'amenait à ce résultat que, par suite de circonstances propres à notre époque, la durée de la période des taches solaires, qui n'a été que de onze ans pour les onze dernières périodes, allait être brusquement portée à quatorze ans environ pour les trois prochaines; ce qui, pour première conséquence, reculerait jusque vers 1885 le maximum annoncé et attendu pour la fin de 1881, ou le commencement de 1882.

» La Note de M. Tacchini, insérée dans l'avant-dernier numéro des *Comptes rendus*, constatant que l'intensité des taches a été plus grande en 1882 qu'en 1881 et que nous *n'avons pas encore dépassé le maximum*, je me permets d'appeler l'attention de l'Académie sur cette première vérification de l'exactitude de ma formule, avec la certitude que le retard déjà constaté ne fera que s'accentuer pendant un an et plus probablement deux ans encore, conformément à mes prévisions.

» L'importance que j'attache à cette vérification est d'autant plus grande que la formule qui m'a servi à calculer la périodicité des taches solaires n'est nullement empirique, mais a été la conséquence logique d'une théorie beaucoup plus générale, dont elle constituera en fait la démonstration la plus irréfutable.

» Or cette théorie générale n'est autre, dans son principe essentiel, que celle qui a été récemment rééditée par M. Siemens, mais que j'avais le

premier très nettement formulée dans une Note lue en séance de l'Académie et insérée dans les *Comptes rendus* du 13 avril 1874.

» Sans reproduire textuellement ici les termes de cette Note, me bornant à en rappeler le sens, j'exposais dès cette époque que l'énergie solaire doit être, en l'état, moyennement immuable, entretenue par une circulation régulière et continue, analogue à celle du sang dans le corps humain; le flux calorifique artériel, émis dans le plan de l'équateur solaire, étant compensé ou restitué par un flux en retour égal, rentrant par les pôles. Le principe est le même que dans la théorie de M. Siemens. Nous différons en ce sens que pour lui le courant d'énergie est constitué par un transport réel de molécules pondérables, refoulées dans le plan de l'équateur, aspirées par les pôles, tandis que pour moi ce courant ne résulte que des vibrations de l'éther sur place. Or il est évident que cette dernière hypothèse, en même temps qu'elle explique mieux la généralité des phénomènes de l'énergie, échappe aux objections capitales qu'a soulevées dans la théorie de Siemens la supposition, dans l'espace, d'un milieu pondérable nécessairement résistant, qui aurait pour conséquence inévitable de ralentir le mouvement des astres.

» Je n'insisterai pas sur les considérations développées dans ma brochure sur les taches solaires, qui, en rattachant l'une à l'autre les deux théories, fait que la vérification de l'une implique nécessairement la démonstration de l'autre. J'ajouterai toutefois que la théorie de la circulation de l'énergie solaire, ou plus généralement stellaire, trouve sa démonstration non seulement dans l'explication qu'elle donne du phénomène des taches solaires; mais, en outre, dans ce fait particulier, que seule elle peut rendre compte, d'une manière très plausible, du phénomène, jusqu'à ce jour inexpliqué, de la variabilité d'éclat des étoiles.

» Une étoile en effet doit nous paraître plus brillante, non seulement parce qu'elle est plus grosse ou plus rapprochée de nous, mais parce qu'elle se présente à nos yeux, suivant une direction plus ou moins voisine de son équateur. Tel est, par exemple, le cas de Sirius, l'étoile du ciel la plus brillante, soumise à des éclipses périodiques, par suite probablement de la conjonction de sa principale planète, ce qui nous indique que nous nous trouvons constamment dans le plan de son équateur.

» Quant aux étoiles variables, on comprend qu'il suffit qu'elles soient animées d'un mouvement propre, qui change périodiquement l'obliquité de leur équateur par rapport au nôtre, pour qu'elles paraissent briller d'un éclat plus ou moins vif, suivant que notre rayon visuel coïncide plus ou moins avec l'équateur ou la ligne des pôles de l'étoile. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Lois des coïncidences entre les réduites des fractions périodiques des deux modes.* (Suite.) Note de M. E. DE JONQUIÈRES.

« V. Pour plus de brièveté et de clarté dans ce qu'il me reste à dire sur les identités des réduites dont il s'agit, il est nécessaire de donner simultanément des détails plus complets et plus précis sur les groupes (E_d), où elles se rencontrent en obéissant à des lois de symétrie fort curieuses. Pour cela je m'aiderai d'un exemple, afin de faire mieux comprendre l'esprit des propositions générales, dont je donnerai d'ailleurs l'expression au fur et à mesure de l'application qui en sera ainsi faite naturellement.

Soit $E = \overline{4n}^2 + 5n$. La recherche du plus grand commun diviseur entre $2a = 8$ et $d = 5$ amène les quatre quotients 1, 1, 1, 2, le reste zéro arrivant en même temps que ce dernier. Mais comme ce reste nul se présente ainsi à un rang pair, on écrira 1, 1, 1, 1, 1, afin de le rejeter au cinquième rang, selon la règle posée au théorème XVI. De la sorte, les quotients 1, 1, 1, 1, 1 sont les cinq premiers termes de la période ascendante commune à tout nombre E, pourvu que la valeur de n qui le détermine satisfasse à la condition $n > \frac{2a - r_4 A_3 + (\theta_2 + 1) r_4 A_4}{\theta_2}$, qui devient ici $n > 12$, en donnant les valeurs convenables aux diverses quantités qui entrent dans la formule d'inégalité.

» VI. Cela posé, si l'on développe $\sqrt{E}$ en fraction continue, d'après la règle dont le théorème XVIII a fait connaître le sens intime et formulé l'expression générale pour une famille quelconque $E = \overline{an}^2 + dn$, on trouve successivement

$$x_5 = \ldots = \frac{1 + (n+6)}{5n - 9} = 1 + \frac{1 - (4n - 15)}{5n - 9},$$

$$x_6 = \frac{5n - 9}{1 - (4n - 15)} = \frac{1 + (4n - 15)}{25} = \ldots.$$

C'est, comme je l'ai dit, à cette phase de l'opération que cesse, pour la branche ascendante de la période, la communauté des termes entre *tous* les nombres E et que, pour me servir d'une image, les groupes réguliers (E_d), pareils à autant de rameaux repliés en feston sur eux-mêmes, prennent naissance sur ce tronc commun. Le nombre de ces groupes est d, donc ici 5, parce que le terme de la période, ou quotient incomplet, qui va apparaître, devant être un nombre entier, et les autres exigences de

l'opération devant aussi être respectées, on ne peut satisfaire à ces conditions réunies, dans la division de $8n - 15$ par 25 qui se présente, que par les cinq valeurs que donne la formule $n = 25k + 5i'$, savoir :

$$n = 25k + 0, \quad 25k + 5, \quad 25k + 10, \quad 25k + 15, \quad 25k + 20,$$

dont deux seulement fournissent d'ailleurs un quotient exact, et, dans le cas général, par celles-ci, auxquelles s'applique la même observation :

$$n = kd^2 + 0, \quad kd^2 + d, \quad kd^2 + 2d, \quad kd^2 + 3d, \quad \ldots, \quad kd^2 + (d-1)d.$$

» Le rang que le terme central de la période occupera et par suite la longueur de la période dépendront, dans chaque cas, de celle de ces valeurs de n qui sera mise à contribution, et varieront avec elle, comme on va le voir.

» Entre toutes, la valeur de n qui donne à la période sa longueur minimum est évidemment celle qui place le terme central q_c au rang $i + 1$, ici au sixième rang, c'est-à-dire au point même où l'opération a été suspendue. Pour qu'il en soit ainsi, il suffit de faire ce terme égal à $\frac{8n - 30}{25} =$ *entier*, et, en général, égal à $\frac{2an - 2\theta_{i-2}d}{d^2} =$ *entier*. Or cette condition, à cause de la forme à donner à la valeur de n, revient à résoudre en nombres entiers l'équation $ai'_1 - \theta_{i-2} = kd$, d'où $i'_1 = \frac{k'd + \theta_{i-2}}{a}$, k' étant le nombre entier minimum qui y satisfait.

» Dans l'exemple qui nous occupe, $d = 5$, $\theta_{i-2} = 3$, $a = 4$, d'où l'on tire $k' = 1$, $i'_1 = 2$, et, par suite, $n = 25k + 10$, qui donne pour la valeur du terme central $q_c = 8k + 2$. On a, en général, $q_c = 2ak + i'_1$, k étant un nombre entier *indéterminé* qui prendra toutes les valeurs possibles de 1 à l'∞, et i'_1 étant la *caractéristique* du groupe (E_1). Si l'on continue l'opération (n exprimant, dans ce qui suit, l'une quelconque des valeurs en nombre infini $kd^2 + i'_1 d$), on aura

$$x_6 = \ldots = \frac{1 + (4n - 15)}{25} = \left(\frac{8n - 30}{25}\right) + \frac{1 - (4n - 15)}{25},$$

$$x_7 = \frac{25}{1 - (4n - 15)} = \frac{1 + (4n - 15)}{5n - 9} = 1 + \ldots.$$

Les quotients incomplets déjà obtenus reparaissent en ordre inverse, parce que le numérateur $1 - (4n - 15)$, dans la troisième expression de x_6,

est identique à celui de l'expression correspondante de x_5, ce qui est la conséquence du choix qui a été fait pour le quotient q_c.

» VII. La période du groupe (E_1), ainsi obtenue, est donc la plus courte de toutes celles de la famille (E), soit qu'il s'agisse des groupes (E_d), soit qu'on ait affaire à un nombre E isolé, et elle se compose invariablement de $2i+2$ termes, nombre pairement pair, et ici égal à 12. Les coïncidences des réduites des deux modes y suivent cette loi fort simple :

» THÉORÈME XX. — *Dans le groupe* (E_1) *de toute famille* (E), *les coïncidences entre les réduites des deux modes se présentent au rang i de la première période* (ainsi qu'il a été dit au théorème XIX), *et ensuite aux rangs* $2i$, $2i+1$, $2i+2$ *qui terminent la période; elles sont donc au nombre de quatre.*

» *La même disposition se reproduit dans toutes les périodes suivantes. Enfin toutes les réduites du deuxième mode, sans exception, font partie de celles du premier mode.*

» *Donc chaque période de réduites du premier mode se compose de deux périodes consécutives du deuxième mode, complétées par des réduites intercalaires.*

» IX. Celui des groupes (E_d) qui se présente le plus naturellement après (E_1) et dont la période est la plus courte après la sienne, groupe qui mérite par ce double motif la désignation spéciale (E_2), s'obtient en faisant en sorte que le terme central q_c apparaisse au rang $i+2$, ce qui donne $2i+4$ termes à la période, nombre toujours double d'un impair. Il suffit pour cela de donner à i' la valeur i'_2 qui satisfait à la condition $i'_2 = \frac{k'd+\theta_{i-2}}{2a}$. Dans l'exemple choisi $i'_2 = 1$. En général, on a $i'_1 = 2i'_2$, ce qui ressort du mode de formation de ces deux nombres.

» THÉORÈME XXI. — *Dans le groupe* (E_2) *de toute famille* (E), *six coïncidences se présentent, dans toutes les périodes consécutives, aux rangs* $i, i+1$, $i+2$; $2i+2$, $2i+3$, $2i+4$, *formant ainsi deux groupes ternaires, séparés par l'intervalle i.*

» *Toutes les réduites du deuxième mode sont employées; donc chaque période de réduites du premier mode se compose de trois périodes consécutives du deuxième mode, complétées par des réduites intercalaires.*

» Cette disposition des coïncidences qui apparaissent soit isolées, soit groupées par trois, est générale, comme nous le verrons, et la raison en sera donnée. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une généralisation du théorème de Fermat.* Note de M. S. **Kantor**.

« Le n° 16 des *Comptes rendus*, qui me tombe sous les yeux aujourd'hui, renferme une Note intéressante de M. Picquet sur la généralisation du théorème de Fermat. M. Picquet parle de la fonction arithmétique curieuse

$$x^n - \sum x^{\frac{n}{a}} + \sum x^{\frac{n}{ab}} - \sum x^{\frac{n}{abc}} + \ldots \pm x^{\frac{n}{abc\ldots l}},$$

où x et n sont des nombres entiers. A plusieurs reprises, dans mes recherches sur les transformations géométriques, j'ai entrevu cette expression provenant chaque fois d'une expression de la forme

$$(1) \qquad \Sigma f Z_f + n Z_n = \varphi(n),$$

où les f sont les facteurs de n (*Ann. di Math.*, X; *Bull. de la Soc. Math. de France*, 1880; *Comptes rendus*, 17 mai 1880, etc.). Les raisonnements de M. Picquet établissent un théorème qui généralise le théorème de Fermat; mais, à la page 71 du t. X des *Annali*, j'ai énoncé et démontré, par une recherche géométrique sur les groupes cycliques d'une transformation de Cremona, le théorème suivant [1], identique à celui de M. Picquet :

» *Le nombre* $\sum_{\mu=0}^{\mu=\nu} \sum_{r=1}^{r=\nu} (-1)^\nu a^{\frac{N}{f_{r_1} f_{r_2} \cdots f_{r_\mu}}}$, *où* $N = f_1^{m_1} f_2^{m_2} \ldots f_\nu^{m_\nu}$ *et* $r_1, r_2, \ldots, r_\mu$, *peut devenir chaque complexion de lettres différentes parmi* 1, 2, ..., ν, *est toujours divisible par* N.

» Du reste, l'équation (1) apparaît dans maintes occasions où à un problème de clôture (Schliessungsproblem) la formule de correspondance de M. Brill s'applique, et ce qui, dans tous ces cas, me semble seul digne d'être signalé, c'est la démonstration pour la forme de Z_n, dont j'ai donné une algébrique (*loc. cit.*). Permettez-moi encore de faire observer qu'ainsi l'assertion de M. Sylvester : « Cette intervention de la Géométrie dans la » théorie des nombres est sans précédent dans l'histoire des Mathéma- » tiques », ne se vérifie pas absolument. »

---

(1) Mon travail est daté de février 1880.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la généralisation du théorème de Fermat, due à M. Serret.* Note de M. **Picquet**.

« Dans la séance du 30 avril, M. Pellet a bien voulu faire savoir à l'Académie que la fonction arithmétique que nous avons désignée par $\Sigma_n(x)$ avait été déjà considérée. De son côté, M. Ed. Lucas a fait voir, en s'appuyant uniquement sur le théorème d'Euler, que $\Sigma_n(x)$ est divisible par n, quels que soient les entiers n et x. Effectivement, M. Serret a énoncé le même théorème (*Annales* de Terquem, 1855, p. 261) et en a donné la démonstration dans son *Algèbre supérieure*, n° 349. Il a ajouté que *le quotient* $\frac{1}{n}\Sigma_n(x)$ *est égal au nombre des congruences irréductibles de degré* n, *suivant le module premier* p, *pour* $x = p$. Si l'on rapproche de ce résultat ceux que nous avons énoncés dans une Note précédente, à propos des polygones curvilignes à la fois inscrits et circonscrits à une cubique plane, on voit que :

» *Lorsque* $3m - 1$ *est premier, le nombre des polygones* $[m, n]$ *réels, à la fois inscrits et circonscrits à une cubique plane, est égal au nombre des congruences irréductibles de degré* n, *suivant le module* $3m - 1$; *ou au double de ce nombre, suivant qu'il n'y a pas ou qu'il y a un ovale : sauf pour* $m = 1$, *auquel cas il ne faut jamais doubler.*

» Il sera peut-être intéressant d'approfondir le lien qui existe entre la théorie des polygones $[m, n]$ et celle des congruences; en particulier, de savoir ce qui arrive si $3m - 1$ n'est pas premier. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la possibilité d'étendre aux surfaces quelconques la méthode électrochimique de figuration des distributions potentielles.* Note de M. **A. Guébhard**.

« Lorsque, au milieu d'un champ électrolytique quelconque, on place une pièce ou un ensemble de pièces conductrices isolées, les dépôts qui s'y forment presque instantanément donnent naissance à une force électromotrice de polarisation qui, susceptible de croître, à mesure que s'épaissit le dépôt, jusqu'à un maximum quelquefois assez élevé, peut devenir, par places, égale à la composante normale de la force électromotrice extérieure et l'annuler alors complètement. Si l'intensité générale du champ est assez faible pour que la composante normale de la force ne devienne à aucun instant

supérieure à cette force électromotrice de réaction superficielle, il arrivera nécessairement un moment où le courant ne pourra plus trouver passage à travers le conducteur, complètement isolé par le dépôt de polarisation, et prendra son régime permanent au dehors de lui comme autour d'un corps étranger; à ce moment le dépôt cessera de croître, il n'y aura plus qu'un flux tangentiel, et les répartitions potentielles sur la surface polarisée seront les mêmes que celles des forces électromotrices de polarisation, c'est-à-dire que celles des dépôts qui donnent naissance à ces forces électromotrices ([1]). Si les dépôts sont assez minces pour présenter le phénomène des anneaux colorés, chacun de ceux-ci représentera donc la section orthogonale de la surface du corps immergé par les surfaces d'égal niveau du nouveau régime d'écoulement stationnaire établi autour de ce corps, agissant comme obstacle et non plus comme conducteur. Dans le cas particulier où le corps immergé est un plan conducteur formant le fond d'une auge cylindrique traversée par un système quelconque d'électrodes cylindriques indéfinies ([2]), on retrouve la loi de forme que j'ai, d'une manière tout empirique, établie pour les anneaux de Nobili, en précisant les conditions expérimentales de leur formation et en créant ainsi un procédé absolument général de figuration des systèmes isothermes plans ([3]). Dès l'abord j'avais été conduit à étendre partiellement à certaines surfaces cylindriques mes premières vérifications ([4]). Depuis, M. V. Volterra ([5]) a, à l'instigation de M. le professeur A. Roiti, appliqué au cas particulier d'un cylindre circulaire vertical, perpendiculaire aux lignes de force d'un champ primitivement uniforme, un calcul remar-

---

([1]) Quelle que soit la loi qui puisse relier l'épaisseur des dépôts à l'intensité des forces électromotrices de polarisation, un fait qu'il semble légitime d'admettre *a priori* est qu'à toute action égale du courant primaire et, par conséquent, à toute égale épaisseur de dépôt, correspond une valeur définie de la force électromotrice de polarisation.

([2]) Celles-ci étant isolées de la lame par des découpures infiniment petites, comme le veut, pour tous les lieux de discontinuité, la théorie des représentations conformes. Expérimentalement on évite la difficulté de ces découpures, sans altérer sensiblement l'exactitude des résultats, en prenant, dans le sens vertical, les discontinuités qui, rigoureusement, devraient être prises dans le plan même de la feuille.

([3]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 984, 1124; XCIII, 403, 582, 792; XCIV, 437, 851; XCV, 29 (1880-82).

([4]) Voir ma Note du 26 avril 1880.

([5]) V. Volterra et Luigi Pasqualini, *Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino*, 17 décembre 1882.

quable de M. H.-A. Schwartz (1), dont M. L. Pasqualini a vérifié très exactement les conséquences. Mais presque toujours les calculs présentent de très grandes difficultés, et l'on conçoit l'importance d'un procédé empirique dont les solutions figuratives s'appliqueraient aussi bien à l'étude des champs d'induction statique ou magnétique qu'au problème important du mouvement relatif ou de la résistance des corps solides au sein de courants hydrauliques (2).

» Pour le réaliser expérimentalement, c'est-à-dire pour obtenir en tous les points d'une surface immergée une polarisation qui puisse annuler partout la composante normale du courant principal, il faut diminuer autant que possible cette composante normale sans affaiblir les forces électromotrices extérieures, d'où dépend à la fois l'intensité de la polarisation et la visibilité des dépôts. Il faut donc, tout en demandant à la pile extérieure la plus grande force électromotrice possible, lui donner la plus grande résistance intérieure, ainsi qu'à la surface à polariser et à l'électrolyte lui-même, tandis qu'il est bon d'augmenter le plus possible le volume de celui-ci par rapport au corps immergé. En tout cas, si ces conditions ne sont pas remplies, il faut arrêter l'opération électrochimique, ainsi que la recommandait déjà Becquerel, aux premiers signes, toujours visibles, de la fin de la période de polarisation. Ce sont précisément là les données expérimentales que m'avait fournies l'étude des anneaux de Nobili, et je me propose de les étendre aux cas plus généraux dont je viens de montrer la possibilité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence des baisses barométriques sur les éruptions de gaz et d'eau au geyser de Montrond (Loire).* Note de M. **F. Laur.** (Extrait.)

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 17 avril 1882, je signalais les phénomènes d'éruption de gaz carbonique et d'eau au geyser de Montrond. Je terminais en annonçant qu'il devait y avoir une certaine relation entre les baisses barométriques importantes et les éruptions volcaniques ou autres.

» J'apporte aujourd'hui une sorte de vérification de la pensée que j'avais émise.

» Depuis le mois d'avril 1882, je me suis appliqué à maintenir le niveau

(1) *Vierteljahrschrift der naturforschenden Ges. in Zürich*, XVe année, p. 272-86.

(2) Cf. Kirchhoff, *Vorlesungen über mathematische Physik*, leçons 18 et 19.

d'écoulement de la source au-dessus du sol; mais, dans cette situation, l'appareil possédait une sensibilité beaucoup trop grande. En effet, il y avait des éruptions toutes les deux heures, à 35 ou 40^m de hauteur, avec des repos d'une heure environ pendant lesquels tout écoulement était supprimé.

» J'observais bien, il est vrai, une relation confuse avec les baisses barométriques, les pluies et les orages; mais, outre qu'il était difficile de faire les observations la nuit, je pus me convaincre que la source était bien plus sensible que le baromètre. En effet, les éruptions étaient beaucoup plus actives quand la température s'élevait de 9^h du matin à 3^h ou 4^h du soir, c'est-à-dire quand il se produisait un allègement de la colonne atmosphérique par suite de l'influence des rayons du Soleil (allègement qui n'était pas marqué par le baromètre). Je dus donc renoncer aux observations barométriques. Les éruptions entravant en outre tout travail de maçonnerie autour de la source, je dus songer à les supprimer si cela était possible.

» A cet effet, je perçai latéralement la colonne des tubages à 1^m,20 au-dessous du niveau primitif d'écoulement, tout en laissant ouverte la colonne centrale pour les jaillissements possibles.

» Le succès fut complet, l'écoulement devint constant, mais un phénomène nouveau se produisit. Tous les matins de 8^h à 9^h, aux premiers rayons du soleil, l'eau montait dans la colonne centrale (à 1^m,20 au-dessus du niveau constant d'écoulement), débordait un peu en haut, bouillonnait parfois, puis redescendait au bout d'une demi-heure ou une heure. Vers midi, au moment le plus chaud du jour, le même phénomène se reproduisait. Ces deux montées indiquaient-elles une espèce de marée atmosphérique régulière et cette variation de volume correspondait-elle à un changement de densité de cette immense colonne d'eau de 502^m de hauteur, changement de densité provoqué par une dépression très faible ou une diminution correspondante de la densité de l'air?

» J'allais observer bientôt ce que pouvaient donner des dépressions fortes et brusques.

» En effet, au commencement de mars, a lieu cette chute de neige considérable qui s'étend à une grande partie de l'Europe. Un trouble atmosphérique important se manifeste; aussi voyons-nous les éruptions reparaître. Voici les notes prises à cette époque :

	Pression.		Froid.
Avant le 10 mars	74,73		
Le 10 mars	72,2	Jaillissement très fort la nuit.	— 4°
Le 11 mars..	72,8	Jaillissement la nuit........	— 2°

» Le 23 mars, nouvelle chute de neige, nouvelle baisse, nouveau jaillissement :

	Pression.		Froid.
Le 23 mars...............	73,2	Jaillissement la nuit........	— 2°

» A partir de ce moment, j'ai fait prendre les pressions chaque jour pour bien en saisir les variations.

» L'examen des observations m'a fait remarquer :

» 1° Que les éruptions ont toujours lieu à des pressions variant entre 72 et 73,4, jamais à 74;

» 2° Que, l'éruption ayant eu lieu, le baromètre peut continuer à baisser doucement ou à rester bas sans qu'il y ait de nouveau phénomène de jaillissement;

» 3° Que toute chute brusque dans l'espace d'un jour ou deux, quand le baromètre a été élevé pendant un certain temps, provoque une détente inévitable, c'est-à-dire une éruption.

» Je crois donc pouvoir indiquer dès aujourd'hui que la source de Montrond, telle que son niveau actuel est réglé, constitue un appareil qui signalera d'avance les périodes de grandes perturbations atmosphériques. Les éruptions ont, en effet, toujours lieu *au début de ces périodes.*

» Mais la source gazeuse de Montrond constitue-t-elle le seul appareil naturel qui signale ces mouvements importants? N'y a-t-il pas lieu de rapprocher, comme je l'indiquais jadis à l'Académie, les éruptions volcaniques et les dégagements de gaz dans les mines des jaillissements de Montrond? (Il faudrait peut-être ajouter les cyclones.)

» Je le pense et j'estime que ce rapprochement s'est offert de lui-même dans ces derniers temps.

» En effet, quatre explosions de grisou viennent d'avoir lieu dans une période de troubles atmosphériques signalée par trois éruptions de la source du geyser, du 13 avril au 1er mai. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les différences de température de la mer et de l'air.* Note de M. **Semmola**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Pendant les observations que j'ai faites sur la température des eaux du golfe de Naples, j'ai aussi mesuré la température de l'air sur la mer, pour connaître les différences existant entre l'une et l'autre.

» En général, pendant le mois de juin 1879, l'air fut plus chaud que la mer, mais seulement de quelques degrés; il arriva quelquefois cependant

qu'il le fut moins. Les températures furent toujours déterminées à l'ombre et de 11^h du matin à 3^h de l'après-midi. En comparant la température de l'air sur la mer à celle de la ville (Observatoire de l'Université, à 57^m de hauteur, dirigé par M. Palmieri), on trouva toujours celle-ci plus chaude de 5° à 6°, différence qui aurait été plus grande encore si la température de la ville avait été prise à un niveau plus bas. Ce fait explique pourquoi la brise de mer souffle en juin avec énergie pendant les heures les plus chaudes de la journée.

» Pendant le mois d'août, la température de l'air sur la mer fut égale et quelquefois aussi inférieure de quelques dixièmes de degré à celle de la mer; par conséquent, elle se trouvait diminuée de la différence existant entre l'air plus chaud de la ville et celui au-dessus de la mer, qui l'est moins. En effet, cette différence, dans le mois de juin, atteignait jusqu'à 6°, pendant que, dans le mois d'août, elle était à peine de 3°. La brise de mer, par conséquent, devrait souffler à la fin de l'été moins fortement qu'au commencement.

» Enfin, pendant le mois de janvier 1880, la température de l'air au-dessus de la mer fut plus froide que la surface de la mer : le 21 janvier, à 1^h, près de Torre del Greco, la température de l'eau fut de 13° et celle de l'air au-dessus 5°,8; mais il faut remarquer que cette différence fut une des plus grandes que j'aie observées. Le 21 janvier fut un jour des plus froids de l'hiver; le vent soufflait assez fort du nord. A l'Observatoire de l'Université, le thermomètre marquait à la même heure 3°,8, c'est-à-dire 2° au-dessous de la température de l'air sur la mer. Dans les autres journées moins froides, l'état thermique de l'air dans la ville fut d'ordinaire un peu supérieur à celui de l'air sur la mer et inférieur à celui de la mer. Il me semble que ce fait est la conséquence de ce que l'air de la ville se réchauffe par le rayonnement des rues et des édifices, qui, exposés aux rayons de notre soleil pendant les heures méridiennes d'une belle journée, doivent se réchauffer plus que la mer et d'autant plus que le printemps se rapproche. En effet, le 4 mars 1880, par une journée magnifique, à $2^h 30^m$ de l'après-midi, et tout près de Naples, l'eau à la surface de la mer était à 14°,5 et l'air au-dessus à 14°,9, et, à ce moment, l'air de la ville avait une température de 17°,4.

» Pendant le mois d'octobre 1879, j'ai mesuré aussi la température de la surface de la mer, à presque 1^{km} de la côte de Portici, à l'aube du jour et à $2^h 30^m$ de l'après-midi, pour connaître ainsi à peu près les températures minima et maxima des eaux pendant la journée. L'écart entre l'une

et l'autre fut à peine d'un demi-degré, et presque nul à la profondeur de 10^m; il était beaucoup plus considérable tout près de la côte, où j'ai trouvé que l'eau, à l'aube, était plus froide que plus loin; au contraire, à $2^h 30^m$, elle était plus chaude. On voit par là l'influence qu'exercent les continents voisins de la mer pour refroidir pendant la nuit et réchauffer pendant le jour l'eau de la mer qui baigne leurs côtes.

» Quant à la température de l'air sur la mer, elle fut toujours, à l'aube, considérablement plus froide que celle de l'eau ; par exemple, le 29 octobre, à 6^h du matin, il y avait une brise de terre bien fraîche et l'aurore était magnifique; l'eau, à la surface de la mer, avait une température de 18°,6 et l'air au-dessus une température de 10°,4; au contraire, à $2^h 30^m$ de l'après-midi, les deux températures s'étaient rapprochées et élevées à environ 19°. Naturellement, pendant les nuits déjà longues de l'automne, la côte et son air ambiant se refroidissaient beaucoup plus que la mer, et par conséquent l'air, pendant la nuit, devait se porter de la terre à la mer, en donnant lieu à une brise qui devait être maxima vers l'aube lorsque le minimum de température se produisait sur cette côte. Après le lever du soleil, la côte et l'air qui l'enveloppe se réchauffent bien plus vite que la mer, et par conséquent, pendant les heures les plus chaudes de la journée, les deux températures doivent à peu près s'égaliser et la brise de mer doit être à peu près nulle. J'espère pouvoir répéter ces mesures, qui ont, il me semble, un grand intérêt pour la théorie des brises, laquelle manque jusqu'ici d'une base appuyée sur l'expérience. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Dosage du sulfure de carbone dans les sulfocarbonates.* Note de M. **A. Müntz.**

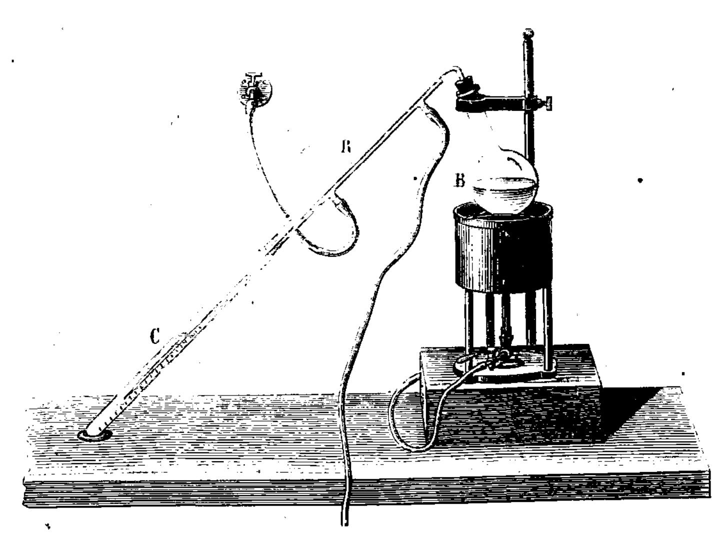
« Le dosage du sulfure de carbone dans les sulfocarbonates présente des difficultés et, malgré le grand nombre de procédés qui ont été proposés, des chimistes expérimentés trouvent souvent, pour un même produit, des résultats notablement différents.

» Le sulfocarbonate de potassium, dont l'emploi a été conseillé par M. Dumas pour le traitement des vignes phylloxérées, est devenu un produit industriel et sa consommation augmente d'année en année ; il devient donc de plus en plus nécessaire d'effectuer, avec une approximation suffisante, le dosage du sulfure de carbone qu'il renferme et auquel est due sa valeur insecticide.

» J'ai cherché une méthode donnant le degré d'exactitude nécessaire à

la pratique et, en même temps, assez rapide et assez simple pour être mise entre les mains des industriels et des viticulteurs. Cette méthode est basée sur la dissolution, dans le pétrole, du sulfure de carbone liquide ou à l'état de vapeur. Le volume du pétrole augmente proportionnellement à la quantité de sulfure qu'il dissout; il n'y a pas de contraction. Il suffit donc de déterminer l'augmentation de volume du pétrole pour avoir directement le volume de sulfure de carbone contenu dans une quantité donnée de sulfocarbonate, qu'on décompose par les procédés usuels. Il suffit de multiplier le résultat par la densité pour rapporter au poids. C'est dans la disposition des appareils et la marche de l'opération que consiste la nouveauté de la méthode, qui repose d'ailleurs sur des principes connus.

» Dans un ballon B, de 500^{cc} de capacité, on verse 30^{cc} du sulfocarbonate à essayer, soit 42^{gr}, puisque la densité des produits commerciaux est de 1,4. On ajoute 100^{cc} d'eau et 100^{cc} d'une solution saturée de sulfate de



zinc. On bouche aussitôt avec un bouchon de caoutchouc [1] qui porte un long tube étiré, dont la partie la plus rapprochée du ballon est entourée d'un petit réfrigérant R et dont la partie étirée plonge dans du pétrole contenu dans une cloche graduée C. Cette cloche a 60^{cc} de capacité; elle est divisée en dixièmes de centimètre cube. On y a placé d'abord environ 30^{cc} de pétrole à lampe ordinaire et on a lu exactement le volume qu'il occupait. Le tube étiré y étant placé de manière à être immergé aux deux

[1] On s'est assuré que l'emploi du bouchon de caoutchouc ne donne lieu à aucune erreur.

tiers de la hauteur du pétrole dans la cloche, on agite le mélange des liquides qui se trouvent dans le ballon et l'on détermine ainsi un dégagement gazeux, dû surtout à de l'acide carbonique. Ce gaz barbote et se lave dans le pétrole. Quand ce dégagement s'est ralenti, on chauffe le ballon avec précaution, en refroidissant le tube au moyen d'un courant d'eau; peu à peu, on élève la température jusqu'à l'ébullition, de manière à produire une distillation d'eau qui entraîne les dernières parties de sulfure de carbone. Lorsqu'il y a 10^{cc} à 12^{cc} d'eau condensée dans la cloche graduée, on arrête l'eau du réfrigérant, on chauffe davantage et, en même temps, on retire la cloche lentement, en y laissant tomber toute l'eau condensée dans le tube étiré et qui contient encore des globules de sulfure de carbone; la cloche est enlevée avant que la vapeur d'eau ait pu échauffer le bas du tube étiré.

» On lit le volume total du liquide dans la cloche; on en retranche le volume d'eau condensée, qui se sépare avec une très grande netteté. L'augmentation de volume du pétrole, à laquelle on ajoute $0^{cc},2$, correction constante pour l'adhérence du pétrole au tube étiré, correspond au volume de sulfure de carbone condensé. Ce volume, multiplié par la densité 1,27, donne le poids contenu dans 30^{cc} de sulfocarbonate analysé.

Exemple :

	cc	cc
Avant, volume du pétrole		31,1
Après, volume du liquide total dans la cloche	49,6	
» volume de l'eau condensée	13,8	
» volume du pétrole et du sulfure		35,8
» volume du sulfure de carbone condensé		4,7
Correction		0,2
Volume total du sulfure de carbone		4,9

Soit $6^{gr},22$ pour 30^{cc} de sulfocarbonate = 14,8 p. 100.

» Cette méthode permet de doser le sulfure de carbone avec une approximation suffisante; l'erreur n'atteint pas $\frac{1}{2}$ pour 100 de sulfocarbonate; l'opération dure de trente-cinq à quarante minutes (1).

(1) Il arrive quelquefois, surtout lorsque le sulfocarbonate est très riche, que le pétrole placé dans la partie inférieure de la cloche dissolve assez de sulfure de carbone pour que cette solution devienne plus dense que l'eau et tombe au fond, séparée, par la colonne d'eau, du reste du pétrole. Dans ce cas, on lit le volume total des liquides; on bouche avec le doigt et l'on incline doucement la cloche de manière à réunir les deux portions de pétrole séparées. On attend ensuite un quart d'heure avant de lire le volume d'eau.

» Le sulfate de zinc employé pour décomposer le sulfocarbonate peut être remplacé par le sulfate de cuivre, l'acétate de plomb additionné d'acide acétique, etc. M. Grandeau [1] obtient de très bons résultats en employant le sulfate de plomb récemment précipité, qui produit un dégagement de gaz plus régulier et abrège l'opération. Les résultats sont d'ailleurs les mêmes. L'exactitude de la méthode que je viens de décrire a été contrôlée par des expériences synthétiques. »

ENTOMOLOGIE. — *De l'application de l'Entomologie à la Médecine légale.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. Blanchard. (Extrait.)

« Il est un cas où le médecin légiste est particulièrement embarrassé : c'est quand on le met en présence d'un cadavre desséché et réduit à l'état de momie, et qu'on lui demande de rechercher, si c'est possible, les causes de la mort, ou, tout au moins, l'époque à laquelle elle peut remonter. Ce problème semble insoluble et, cependant, M. le professeur Brouardel a eu l'idée qu'on pourrait peut-être, pour sa solution, tirer des indications de la présence des nombreuses dépouilles que laissent toujours après eux les Insectes et les Acariens sarcophages dont les nombreuses légions se succèdent avec une régularité remarquable sur un cadavre lorsqu'il n'a pas été enfermé dans un milieu hermétiquement clos. Cette idée, il me l'a communiquée et m'a chargé, dans plusieurs circonstances déjà, de la mettre en pratique. Les résultats auxquels je suis arrivé, dans ces circonstances, en faisant l'application des connaissances que l'on possède sur la multiplication des Insectes et des Acariens sarcophages, sur leurs métamorphoses et sur le temps nécessaire à leurs diverses évolutions, résultat confirmé ensuite par les aveux des inculpés, m'autorisent à avancer que la Médecine légale peut maintenant avoir recours à l'Entomologie, dans certaines circonstances, avec autant de certitude qu'à la Physiologie et à la Pathologie humaines dans d'autres, pour fournir aux tribunaux, dans les questions judiciaires criminelles, les éléments de jugements pour l'application de la loi.

» Lorsqu'un cadavre est exposé à l'air libre, il est rapidement envahi par une foule d'Insectes qui viennent pondre à sa surface et surtout à l'entrée de ses ouvertures naturelles; les larves sorties des œufs le pénètrent en tous sens pour se nourrir de ses humeurs et activent singulière-

[1] *Analyse des matières agricoles*, 2e édition, p. 748.

ment sa décomposition. Ainsi agissent les Diptères du groupe des Sarcophagiens et quelques Coléoptères dont les adultes de certaines espèces pénètrent même sous la peau, comme les *Silphes*. Les larves de Diptères connues sous le nom vulgaire d'*Asticots* et celles des Coléoptères suffisent pour absorber à peu près entièrement les humeurs liquides du cadavre et l'amener presque à l'état de squelette, imbibé encore d'acides gras que l'on connaît sous le nom de *gras de cadavre*; c'est à ce moment qu'arrivent les larves de Dermestes qui font disparaître jusqu'aux dernières traces tout ce qui reste de matières grasses. L'action des Dermestes terminée et le cadavre réduit à l'état de momie, les parties organiques sèches, les tendons, la peau et les parties musculaires, épargnés par les précédents, sont attaqués par les Anthrènes et les Acariens détriticoles des genres Tyroglyphe et Glyciphage qui se montrent alors par myriades et font disparaître tout ce qui reste de matière organique, la remplaçant par une matière pulvérulente qui recouvre les os et qui est entièrement composée de leurs dépouilles, de celles de leurs nymphes hypopiales et de leurs déjections.

» C'est en m'appuyant sur ces données que je suis arrivé à déterminer l'époque approximative de la mort d'un jeune garçon de huit ans trouvé enfermé dans une caisse à savon et réduit à l'état de momie desséchée (dans le courant de l'automne de 1882 et dans une chambre du quartier du Gros-Caillou); les innombrables coques de larves de la *Sarcophaga latierus* et de *Lucilia cadaverina* représentaient les dépouilles des travailleurs de la première année; les coques de larves des *Dermestes lardarius*, de l'*Anthrenus musceorum* et les cadavres des adultes des hypopes, des *Tyroglyphus longior* et *siro* représentaient les dépouilles des travailleurs de la seconde année. La mort du sujet remontait donc à deux ans environ; de plus, les nombreux cadavres de *Pediculus capitis* dont le cuir chevelu était pavé et les brochettes de lentes constituées par chaque cheveu indiquaient que le malheureux enfant était mort dans l'abandon le plus complet, dévoré littéralement par la vermine.

» Dans un deuxième cas, celui du cadavre d'un enfant nouveau-né trouvé au fond d'un placard et desséché, mais beaucoup moins que le précédent, et encore fortement odorant, je n'ai trouvé que des dépouilles de moucherons de l'espèce *Lucilia cadaverina* et *Phora atterrima*, indiquant que les Diptères sarcophages avaient terminé leur rôle; les Dermestes étaient absents; un *Saprinus rotundatus* vivant représentait seul l'ordre des Coléoptères; quelques rares Acariens de l'espèce *Tyroglyphus longior*, bien vivants, commençaient

à établir des colonies, ce qui indiquait que la seconde année cadavérique commençait à peine. La mort remontait donc à un an environ, comme l'avoua, du reste, la mère arrêtée depuis.

» Ces deux exemples suffisent pour montrer le parti que la Médecine légale peut tirer, dans certaines circonstances, des connaissances entomologiques. »

GÉOLOGIE. — *Petites fissures de roches.* Note de M. **Ch. Contejean.**

« La pierre avec laquelle sont construits les anciens remparts de Gènes est un calcaire éocène un peu rugueux, très dur, de couleur sombre, montrant souvent, à la surface des assises, des rides concentriques ondulées, qui rappellent les sinuosités de la moire et proviennent, sans doute, des petits remous d'une eau peu profonde. Mais, en réalité, ce calcaire si compact et si résistant consiste presque partout en menus fragments juxtaposés et collés ensemble. Il est, en effet, sillonné par d'innombrables fentes à peu près verticales, aujourd'hui consolidées, qui pénètrent profondément dans la roche et morcellent la moindre pierre en myriades de polyèdres, dont beaucoup sont presque microscopiques. Généralement planes et rectilignes, ces fentes affectent deux dispositions principales : 1° en petits groupes de lignes parallèles ou un peu écartées en éventail, se croisant entre eux dans toutes les directions; 2° en fissures parallèles coupées par d'autres veines plus récentes, qui les ont déjetées à la manière des filons. Dans le premier cas, la roche a été simplement concassée; dans le second, elle a, en outre, éprouvé une poussée latérale qui a fait discorder les fissures constituées en premier lieu.

» Comparables par leur peu de largeur à celles du calcaire albérèse, les fentes apparaissent comme des lignes extrêmement minces, dont quelques-unes échappent presque à la vue en raison de leur ténuité. Leur affleurement à la surface de la roche ne produit aucun relief, aucun sillon; d'où il résulte que la matière de remplissage a la dureté de cette dernière, et qu'elle résiste au même degré à l'action des agents atmosphériques. Mais il n'en est pas toujours ainsi. Dans d'autres circonstances, l'affleurement des veines de remplissage est marqué par des sillons offrant une remarquable analogie avec les stries glaciaires. Le calcaire jurassique des environs de Montbéliard en fournit de nombreux exemples, et, avant moi, M. Munier-Chalmas avait observé les mêmes sillons dans une foule de localités et les avait rapportés à leur véritable cause. Ils se distinguent aisément

des stries glaciaires, parce qu'ils sont généralement plus profonds, que leurs bords se rencontrent à angle vif et qu'ils se remarquent aussi bien sur la face verticale que sur la face horizontale des assises, la seule qui puisse occuper les rainures creusées par les glaciers. Comme on les voit toujours à découvert, ils doivent évidemment leur origine aux actions atmosphériques auxquelles la veine de remplissage a moins résisté que la roche elle-même. Il ne serait pas impossible qu'on les eût parfois confondus avec les traces d'anciens glaciers, et que certains vestiges glaciaires signalés dans plusieurs localités paléozoïques ne fussent que des stries de corrosion.

» C'est, sans doute, à cette catégorie qu'appartiennent encore les sillons observés par M. Th. Ebray sur les cailloux diluviens des environs de Genève, et décrits par ce géologue sous le nom de *stries pseudo-glaciaires* (1). M. Ebray n'hésite pas à les attribuer à de petites veines de calcaire spathique détruites à la surface. Il mentionne aussi, sur d'autres cailloux, des sillons qui lui semblent provenir d'un choc. Le calcaire kimméridgien en contact avec les gisements sidérolithiques de Grand-Charmont, près de Montbéliard, offre également des stries de cette nature. Ce sont des veines très fines, très rapprochées, très nombreuses, disposées en lames coniques concentriques, et dont l'affleurement superficiel est marqué par des rainures circulaires de quelques centimètres de rayon. On sait, en effet, que le choc sur une pierre dure donne naissance à des fentes et à des éclats coniques ou conchoïdes, tandis que la pression accompagnée d'une légère torsion produit des fissures rectilignes parallèles ou en éventail, ainsi que l'ont démontré les ingénieuses expériences de M. Daubrée. Presque inaperçues jusqu'à présent, ces fractures infimes, qui sillonnent la plupart des roches compactes et qui ont littéralement pulvérisé certains massifs éocènes de la Rivière de Gênes, méritent d'attirer l'attention des géologues. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches physiologiques sur la Torpille.* Note de M. **H. Stassano**, présentée par M. Marey.

« Les recherches histologiques de M. Ranvier sur la terminaison des nerfs dans les organes électriques ont eu les résultats suivants : 1°. cette terminaison se fait par une série de branches à l'extrémité desquelles il

(1) *Stries pseudo-glaciaires*, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. IV, p. 55.

existe des boutons; 2° quand un tube nerveux s'engage dans une lame électrique, il montre, dans l'intérieur de sa gaine, un groupe de gros noyaux, ce qui rappelle la terminaison des nerfs moteurs dans les muscles volontaires.

» Au point de vue physiologique, la terminaison des nerfs électriques a été étudiée, pour la première fois, par Armand Moreau, qui essaya l'action du curare sur la Torpille. Ces expériences prouvèrent que la paralysie des nerfs électriques arrivait un peu plus tard que celle des nerfs musculaires. En Allemagne, M. F. Boll répéta les expériences de Moreau, mais il obtint des résultats différents et même contradictoires.

» Dernièrement, j'ai repris les expériences de Moreau, mais en pratiquant la respiration artificielle dans les animaux curarisés.

» A la bouche d'une Torpille, je fixe un tube en caoutchouc. Ce tube amène d'une façon constante, sur les branchies du poisson, de l'eau de mer aérée. Pour empêcher la pénétration de l'eau dans l'estomac, j'ai eu soin de pratiquer préalablement la ligature de l'œsophage; quelquefois je me suis borné à comprimer l'abdomen de la Torpille.

» Si, dans les premiers moments de l'action du curare, on soulève la Torpille par la queue, elle se tord, se recourbe et tâche de toucher la main de l'opérateur au moyen de ses organes électriques. Ceux-ci, en ce moment, peuvent encore donner de fortes décharges; mais ensuite les mouvements et les décharges électriques vont en s'affaiblissant.

» Dans la Torpille, cependant, tous les mouvements ne sont point paralysés en même temps. Une quinzaine de minutes après l'injection, l'animal ne peut plus se courber quand on le soulève, mais peut encore exécuter de temps en temps quelques mouvements de côté. Il arrive bientôt que ces mouvements ne s'observent même plus. On pourrait donc croire que l'animal est alors complètement paralysé, pourtant quelques faibles secousses se manifestent encore. Mais un examen attentif montre qu'à ce moment même il y a encore certains mouvements volontaires. En effet, si l'on ouvre la bouche de la Torpille, elle la referme de suite avec colère et son corps présente des tressaillements. On ne peut considérer la paralysie comme complète qu'au moment où la bouche ne se referme plus. Vers cette époque de la curarisation, la paralysie des nerfs électriques se manifeste à son tour.

» Pour démontrer d'une façon péremptoire cet affaiblissement progressif et simultané des contractions musculaires et des décharges électriques, j'ai employé le téléphone, d'après le conseil de M. Marey.

» Le téléphone a de grands avantages sur la Grenouille galvanoscopique que j'avais employée jusque-là. Par exemple, quand le pouvoir électrique de la Torpille s'est affaibli, une Grenouille préparée à la Galvani, placée sur une des faces de l'organe électrique, ne se contracte plus, et cependant les contractions peuvent réapparaître si l'on a soin de joindre, avec deux doigts de la main, formant un arc conducteur, les deux faces d'un même organe électrique, dont les tensions sont de signes contraires. L'emploi du téléphone dispense de ces soins, parce que, alors, l'organe électrique est placé entre deux plaques d'étain jointes au téléphone.

» Grâce à la respiration artificielle, l'échange des gaz du sang dans les branchies de la Torpille continue à se faire régulièrement. Les autres fonctions de la vie végétative continuent à s'opérer normalement. Le poison est peu à peu éliminé, mais j'ai remarqué que les décharges électriques réapparaissent avant que l'animal ait retrouvé toute sa mobilité. En effet, vers cette dernière période de l'expérience, si l'on excite la Torpille, bien qu'elle soit encore immobile, elle donne déjà de petites secousses. D'ailleurs l'animal reprend bientôt ses mouvements et ses décharges acquièrent alors l'intensité primitive.

» Les recherches anatomiques de M. Babuchin ont démontré que, dans l'embryon de la Torpille, l'organe électrique est représenté par un muscle. Plus tard apparaissent dans ce muscle les plaques électriques, qui finissent par remplacer presque entièrement le tissu musculaire. Je dis presque entièrement, attendu qu'il y a bien des ressemblances, comme l'a démontré M. Ranvier, entre la lame cellulaire à plusieurs rayons des plaques électriques et les faisceaux primitifs des muscles striés.

» D'autre part, M. Marey a démontré que la décharge électrique de la Torpille, au point de vue de son retard sur l'excitation qui la provoque, ainsi qu'au point de vue de sa durée et de ses phases, se comporte comme une contraction musculaire.

» Pour confirmer ce rapprochement entre la décharge électrique de la Torpille et la contraction d'un muscle, j'ai fait les expériences suivantes :

» 1° Dans un des organes électriques d'une Torpille en pleine vigueur, j'injecte un poison musculaire, l'essence de bergamotte ou la digitaline.

» Bientôt l'animal ne donne plus de décharges du côté où l'on a fait l'injection. Au fur et à mesure que se fait l'absorption générale du poison, l'animal va en s'affaiblissant. L'abolition de l'activité de l'autre organe électrique précède la complète paralysie musculaire.

» 2° A travers un des organes électriques d'une Torpille, je fais passer

une série de courants induits. Si j'excite alors l'animal, même fortement, il ne réagit pas non plus électriquement du côté où l'on fait passer les courants; il se comporte en cela comme un muscle qui, en état de tétanos, ne se contracte point si l'on excite son nerf moteur. De l'autre côté, seulement au début de l'expérience, on observe encore quelques petites décharges.

» Si l'on suspend le passage du courant, les secousses électriques réapparaissent de part et d'autre. En répétant l'expérience plusieurs fois de suite, on obtient chaque fois le même résultat; mais on observe que la Torpille s'affaiblit beaucoup.

» A une Torpille anesthésiée par un courant continu d'eau de mer mélangée d'éther sulfurique, qui coule sur les branchies, j'ai injecté de la strychnine. Sous l'action de l'éther, la Torpille, qui a perdu toute conscience, ne donne plus de décharges; mais, après l'injection de la strychnine, les décharges réapparaissent violemment. C'est une dizaine de minutes plus tard que survient le tétanos. Des tressaillements du corps de la Torpille se manifestent à courts intervalles, pendant que le téléphone fait entendre, même à quelque distance, une série de coups très violents, qui se suivent rapidement et qui rendent très manifeste le tétanos de l'organe électrique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les mécanismes de la succion et de la déglutition, chez la sangsue.* Note de M. G. **Carlet**, présentée par M. Paul Bert.

« A l'état de repos, les trois mâchoires de la sangsue sont repliées à l'entrée de l'œsophage qu'elles obturent parfaitement. Quand elles s'abaissent en s'écartant l'une de l'autre ([1]), elles dilatent l'orifice œsophagien qui prend la forme d'un triangle dont chaque côté correspond à la base d'une mâchoire. Aussitôt le sang s'élance dans cet entonnoir béant (*succion*); mais alors les mâchoires se relèvent en se rapprochant et poussent le sang derrière elles (*déglutition*).

» Il est facile d'observer directement le phénomène de la succion, en soulevant, sur une partie de son pourtour, la ventouse d'une sangsue en train de sucer.

» Pour étudier le mécanisme de la déglutition, on n'a qu'à sectionner, d'un coup de ciseaux, la région œsophagienne ; on voit alors, au milieu de la section, l'œsophage entraîné par les mouvements des mâchoires monter

---

(1) Avril 1883. De la station zoologique de Naples, dirigée par M. Dohrn.

(2) *Sur la morsure de la Sangsue* (*Comptes rendus* du 23 avril 1883).

et descendre tour à tour, en rejetant une ondée sanguine à chaque montée. Les mâchoires, en remontant, agissent donc à la façon d'un piston qui pousse le sang, et cela est tellement vrai que, si la section est faite assez bas, on assiste à la manœuvre de ce piston qui figure exactement un cône montant dans l'œsophage.

» En résumé, les mâchoires de la sangsue sont les agents essentiels de la succion et de la déglutition.

» 1° Pour effectuer la succion, les mâchoires, en s'abaissant, s'écartent et rendent béante l'entrée de l'œsophage où le sang s'élance.

» 2° Pour effectuer la déglutition, les mâchoires se rapprochent et remontent dans l'œsophage où, à la façon d'un piston, elles lancent le sang dans la direction de l'estomac. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'ophtalmie purulente provoquée par l'infusion des graines de la liane à réglisse.* Lettre adressée à M. Pasteur par M. L. DE WECKER.

« Dans une Note communiquée le 9 avril 1882, j'ai signalé à l'Académie la propriété de l'infusion des graines de la liane à réglisse ou jéquirity (*Abrus precatorius*) de provoquer, lorsqu'on l'applique en lotions sur la conjonctive, une ophtalmie purulente de nature croupale. J'ai émis, à cette occasion, l'opinion qu'il s'agissait d'un ferment que renferme l'infusion de la liane à réglisse et que ce ferment continuait son action sur la muqueuse humaine.

» Sur mes instances le professeur Sattler a recherché l'élément actif du jéquirity et il a trouvé que l'infusion de ses graines contient un bacille qui, mis en contact avec la conjonctive, pullule en abondance sur elle et dans les membranes croupales que les lotions provoquent. Notre Confrère s'est livré à la culture de ce bacille et a prouvé qu'avec les seuls produits de ses cultures il arrivait également à provoquer l'ophtalmie jéquiritique, tandis que l'infusion stérilisée (privée de bacille) n'exerçait plus aucune action sur la muqueuse.

» Ce fait me paraît d'une haute importance pour l'étude des maladies virulentes et représente le *premier exemple de transmission incontestable d'une maladie infectieuse par un végétal.* Il me reste à vous signaler que, lorsqu'on pousse ces inoculations des muqueuses très loin, on obtient une transmission aux glandes lymphatiques avec suppuration et phénomènes érysipélateux, ainsi qu'un état fébrile prononcé. »

NAVIGATION. — *Sur le principe fondamental du loch électrique aujourd'hui en usage dans la flotte.* Note de M. G. LE GOARANT DE TROMELIN, présentée par M. Th. du Moncel.

« Il a plusieurs fois été question à l'Académie des Sciences du loch électrique inventé par M. Fleuriais.

» Cette Note a pour but de revendiquer la priorité du principe sur lequel repose le loch en question.

» Je rappelle, en quelques lignes, l'exposé de son principe que j'extrais de la description donnée par M. Fleuriais dans la *Revue maritime* du mois de novembre 1879.

« A première vue, le comptage par transmission électrique semble entraîner avec lui la nécessité d'un ferme-circuit étanche, opérant au sein de l'eau, des fermetures et des ruptures alternatives du courant.

» Des essais nombreux faits dans ce sens ne donnèrent que des résultats médiocres.

» Toujours au bout d'une période de vingt-quatre à quarante-huit heures au maximum, l'oxydation des touches de contact conduisait à des arrêts persistants.

» On était sur le point d'abandonner le problème, lorsque la pensée vint de chercher à remplacer les ruptures absolues du courant par de simples variations alternatives de son intensité...

» Suit la description de ce loch qui est connu et qui, en résumé, est un simple commutateur qui tourne dans la mer.

....

» Le contact de la languette de cuivre qui termine le conducteur, tantôt avec le gaïoc, tantôt avec le cuivre de la roulette calée sur l'arbre du moulinet, *produit des différences d'intensité tellement tranchées* qu'il était difficile de les distinguer de celles que donnaient antérieurement les fermetures et les ruptures absolues.............................

» Nous avons beaucoup insisté sur ce point, *parce qu'il nous semble résumer en lui tout l'intérêt de la question*. C'est, en effet, dans ce point que réside l'invention. »

» Dans un Rapport adressé au Ministre de la Marine le 1er mars 1875, j'ai décrit en détail mon loch électrique. Il ne diffère de celui de M. Fleuriais que par une hélice au lieu d'un moulinet, actionnant le commutateur.

» Du moment que la cage de l'hélice est plongée dans la mer, écrivais-je, il en résulte que le courant est toujours fermé; mais *son intensité est bien moindre que quand la lame qui termine le conducteur communique avec l'hélice*, car alors il y a un circuit complet fermé par du cuivre dont la résistance est très faible, etc.

» Voici un extrait du Rapport de la Commission locale d'examen des travaux des officiers, inséré dans le registre des travaux des officiers du port de Lorient :

« M. l'enseigne de vaisseau Le Goarant de Tromelin adresse à la Commission d'examen des travaux des officiers une Note ayant pour but de fournir quelques renseignements supplémentaires au sujet d'un loch électrique de son invention.

» Dans cette Note, M. Le Goarant de Tromelin *insiste* sur la différence de principe qui existe entre « le nouveau loch électrique et les instruments analogues essayés jusqu'ici ».

» Le fonctionnement de cet appareil est basé, dit l'auteur, sur la différence d'intensité entre un courant, dont le circuit est complètement métallique, et un courant dont le circuit est fermé par la mer. »

» J'ai fait à Nantes, en 1875, lors du Congrès scientifique pour l'avancement des Sciences, une conférence sur un sillographe destiné à tracer automatiquement sur le papier les courbes qu'un bâtiment à vapeur décrit dans une évolution.

» On trouvera dans le Volume de l'*Association française pour l'avancement des Sciences* cette conférence, faite le 23 août 1875, page 314 et suivantes.

» En voici quelques extraits se rapportant au loch en question :

« 3° Il se compose d'une hélice plongeant dans la mer et d'un récepteur simple des télégraphes Bréguet des chemins de fer, disposé en compteur.....

» L'hélice, disposée comme celle des lochs à hélice enregistreurs, ouvre et ferme le circuit au moyen d'une languette de cuivre liée à l'arbre de l'hélice. Les deux fils formant le circuit complet sont contenus dans le même fil remorqueur. On pourrait, d'ailleurs, *n'en mettre qu'un seul, en fermant le circuit par la mer.*

» Le courant sera toujours fermé, puisque l'hélice plonge dans la mer; *mais, suivant que le circuit sera métallique ou fermé par la mer, la résistance du circuit variera beaucoup d'intensité, de telle sorte que l'on pourra facilement régler le ressort antagoniste de l'électro-aimant du compteur, de façon qu'il ne fonctionne que lorsque le circuit métallique sera fermé; ce loch est donc nouveau comme principe.* »

» A ces descriptions était jointe la figure du loch électrique. Il a figuré à l'Exposition d'électricité.

» M. Fleuriais n'a imaginé et expérimenté son loch qu'à la fin de l'année 1878, à bord de la *Magicienne*.

» Je n'avais fait, avant cette époque, que des expériences non officielles sur un interrupteur plongé d'abord dans l'eau acidulée, puis ensuite dans la mer. M. Fleuriais, qui ignorait la publication antérieure de mon loch, a le mérite incontestable d'avoir le premier expérimenté un loch électrique

sans ferme-circuit étanche; mais, pour les raisons susmentionnées, je réclame la priorité du principe de cette invention. Le jour où l'on remplacerait le moulinet de M. Fleuriais par une hélice, on aurait intégralement le loch que j'ai imaginé au commencement de l'année 1875. »

M. **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. *Longmore*, chirurgien général de l'Armée anglaise, des recherches sur les *Contrastes sanitaires des armées anglaise et française pendant la guerre de Crimée* (¹) et s'exprime en ces termes :

« L'auteur démontre que, lorsque, dans la première période, les troupes britanniques se trouvaient dans un état de santé extrêmement mauvais, les troupes françaises, à la même époque et sur le même terrain, jouissaient d'un état sanitaire satisfaisant. Mais il démontre aussi, par opposition, que dans la période suivante les troupes anglaises avaient obtenu l'amélioration la plus remarquable. Cette transformation était même telle, que la mortalité chez les soldats de l'expédition représentait seulement les deux tiers de la mortalité parmi les soldats de service en Angleterre. Le contraste devient plus frappant pour les troupes françaises qui, à la même époque et sur les mêmes lieux en Crimée, étaient dans un état sanitaire déplorable.

» Des relevés ou tableaux statistiques confirment ces faits déjà connus, mais expliqués ensuite par l'examen des causes de variations survenues dans l'état sanitaire des deux armées unies pendant la guerre de Crimée.

» M. Longmore, qui avait pris part à l'expédition, était bien à même de contrôler ces faits. »

M. **J. Giroud de Villette** adresse une Note sur la première ascension en ballon monté, qui eut lieu le 19 octobre 1783. (Extrait.)

« André Giroud de Villette et le marquis d'Arlandes montèrent successivement dans la nacelle avec Pilâtre de Rozier. Ce ne fut qu'après la descente de Pilâtre de Rozier et de Giroud de Villette que le marquis d'Arlandes prit place à côté de Pilâtre de Rozier. »

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

(¹) *The sanitary contraste of the British and French armies during the Crimean war.*

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 AVRIL 1883.

OEuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. les Secrétaires perpétuels, t. IV et V. Paris, Gauthier-Villars, 1880-1882; 2 vol. in-4°.

Monographiæ phanerogamarum prodromi nunc continuatio, nunc revisio, editoribus et pro parte auctoribus ALPHONSO et CASIMIR DE CANDOLLE; vol. quartum. Parisiis, sumptibus G. Masson, 1883; in-8°.

Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques fossiles primaires; par M. A. GAUDRY. Paris, F. Savy, 1883; in-8° relié.

Statistique de la maternité de Cochin; par le Dr POLAILLON. Paris, A. Parent, 1881.

Leçons sur les maladies vénériennes professées à l'Hôpital du Midi; par le Dr CH. MAURIAC. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

Leçons de Pathologie chirurgicale générale; par le Dr BERNE. Paris, G. Masson, 1883; 2 vol. in-8°.

Ces trois derniers Ouvrages sont présentés par M. Gosselin pour le Concours Montyon (Médecine et Chirurgie).

Etude sur le substratum des lichens; par O.-J. RICHARD. Niort, Clouzot, 1883; in-8°. (Adressé au Concours Desmazières.)

ERRATA.

(Séance du 7 mai 1883.)

Page 1341, ligne 7, *au lieu de* le soulever, *lisez* se soulever.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MAI 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, ayant appris que M. *Bresse* était atteint d'une maladie très sérieuse, prie M. *Phillips* de vouloir bien prendre de ses nouvelles au nom de l'Académie et être l'interprète des sentiments de ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le premier trimestre de l'année* 1883. Communiquées par M. **Lœwy**.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(181) Eucharis.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janv. 2....	10. 8.44	4.57.30,02	»	92.55. 9,9	»
8....	9.42. 8	4.54.28,85	»	91.59.36,6	»
		(6) Hébé.			
			s		″
Janv. 2....	11. 7.32	5.56.27,90	+ 2,10	84.38.29,8	−17,8
4....	10.57.50	5.54.36,85	+ 1,96	84.20.48,2	−19,9
8....	10.38.39	5.51. 9,77	»	83.43.51,5	»

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(141) Lumen ([1]).			
Janv. 8....	h m s 9.17.23	h m s 4.29.40,10	»	° ′ ″ 53. 0.24,6	»
		(86) Sémélé ([1]).			
Janv. 8....	10.33.33	5.46. 2,20	s −1,17	65.43.51,1	″ +2,7
		(87) Sylvia ([1]).			
Janv. 16....	10.34.11	6.18.13,44	−2,12	60.36.12,2	+5,1
		(123) Brunhilda.			
Févr. 2...	10.40.35	7.31.39,81	»	66.39.23,4	»
5....	10.26.29	7.29.20,46	»	66.43.59,8	»
9....	10. 8. 2	7.26.37,35	»	66.50.48,4	»
		(134) Sophrosyne.			
Févr. 4....	11.30.19	8.33.21,28	»	58.50.35,6	»
9....	11.10.15	8.29. 0,28	»	»	»
13....	10.50.32	8.25. 0,22	»	59.16. 5,7	»
16....	10.36. 1	8.22.16,92	»	59.28.29,0	»
24...	9.58.49	8.16.20,75	»	60. 8.16,4	»
		(68) Leto.			
Févr. 13....	11.40.49	9.15.25,96	»	62. 7.20,5	»
16....	11.26.18	9.12.42,10	»	61.59.18,5	»
23....	10.52.48	9. 6.42,01	»	61.45.59,5	»
		(55) Pandore ([1]).			
Févr. 26....	10.37.42	9. 3.23,41	»	64.40.59,8	»
		(76) Freïa.			
Févr. 26....	10.58.28	9.24.12,49	»	»	»
Mars 2....	10.40.17	9.21.45,38	»	77.24. 8,0	»
3....	10.35.47	9.21.10,65	»	77.20.42,7	»
		(154) Bertha.			
Févr. 26....	11.23. 5	9.48.53,73	−1,53	45.51. 1,3	−10,9
Mars 2....	11. 3.30	9.45. 1,32	»	43.59.30,3	»
3....	10.58.38	9.44. 5,90	»	46. 1.59,6	»
5....	10.48.59	9.42.18,12	»	46. 8.31,2	»

([1]) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(4) Vesta.		
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Févr. 26....	11.53.45	10.19.38,82	+ 0,78	69.38.14,7	+ 3,9
Mars 2....	11.34.12	10.15.49,29	+ 0,85	69.11. 4,0	+ 2,4
3....	11.29.20	10.14.52,96	+ 0,82	69. 4.44,1	+ 2,2
5....	11.19.38	10.13. 2,36	+ 0,88	68.52.40,6	+ 1,7
9....	11. 0.24	10. 9.30,66	+ 0,73	68.31. 8,9	+ 2,5
12 ...	10.46. 8	10. 7. 2,90	+ 0,70	68.17.22,2	+ 2,9
17....	10.22.49	10. 3.22,57	+ 0,63	67.59. 6,3	+ 3,5
22....	10. 0. 8	10. 0.20,10	+ 0,67	67.46.45,2	+ 3,6
23....	9.55.40	9.59.48,51	+ 0,63	67.44.59,3	+ 3,6
24....	9.51.15	9.59.18,77	+ 0,73	67.43.25,2	+ 1,7
			(40) Harmonia.		
Mars 2....	11.47.29	10.29. 7,66	+ 2,03	73.29.29,6	+ 6,9
3....	11.42.34	10.28. 8,48	+ 1,92	73.33.28,2	+ 5,0
5....	11.32.46	10.26.12,00	+ 2,04	73.11.57,3	+ 5,4
9....	11.13.18	10.22.27,10	+ 1,95	72.50.55,4	+ 4,3
12....	10.58.52	10.19.48,24	+ 1,98	72.37. 5,0	+ 3,1
17....	10.35.12	10.15.47,35	»	72.18. 5,5	»
			(17) Thétis.		
Mars 16....	11.32. 6	11. 8.54,16	− 1,85	77.33.25,8	− 4,8
17....	11.27.18	11. 8. 2,22	− 1,92	77.26.41,5	− 5,0
24....	10.54. 3	11. 2.17,77	− 1,83	76.44. 3,4	− 5,7
			(43) Ariane.		
Mars 23....	11.30.25	11.34.48,34	+ 4,10	94. 7.38,9	+27,4
24....	11.25.29	11.33.48,26	+ 4,09	94. 0.48,2	+26,2

» La comparaison de Sylvia se rapporte à l'éphéméride publiée dans la circulaire n° 195 du *Berliner Jahrbuch*, celle de Bertha à l'éphéméride de la circulaire n° 197; les comparaisons de Vesta se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac*, et toutes les autres aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*. »

PHYSIQUE. — *Sur le point critique des gaz liquéfiables;* par M. J. Jamin.

« L'attention ayant été ramenée sur la liquéfaction des gaz, je viens soumettre à l'Académie les réflexions que ce sujet m'a suggérées.

» Le remarquable travail publié par M. Andrews en 1870 (¹) a démontré que, pour liquéfier l'acide carbonique, il faut employer des pressions croissant jusqu'à 78^{atm} quand la température s'élève jusqu'à 31°. A cette limite, le phénomène change; on voit bien encore une diminution rapide de volume, et l'on remarque des stries ondoyantes et mouvantes comme dans un mélange de deux liquides différents en densité; mais il n'y a plus de liquéfaction, quelle que soit la pression exercée. En résumé, en deçà de 31°, le gaz est liquéfiable; au delà, il ne l'est plus : c'est le *point critique*.

» Ces faits sont incontestables et la notion du point critique a rendu de grands services; mais elle est inexpliquée et, peut-être, inexactement interprétée. Je crois que les gaz sont liquéfiables à toute température quand la pression est suffisante, mais qu'une circonstance inaperçue a empêché de le voir. Pour le faire comprendre, reprenons les expériences de Cagniard-Latour.

» On a rempli jusqu'à la moitié ou aux deux tiers un tube de verre épais avec de l'eau sous la seule pression de sa vapeur; on a fermé à la lampe et on a chauffé jusqu'à 300° ou 400°. D'après les lois connues, la quantité de vapeur superposée au liquide augmente très rapidement, sa densité croît dans le même rapport que son poids sans limite connue. D'autre part, la portion demeurée liquide éprouve une dilatation croissante qui finit par dépasser celle des gaz (Thilorier); il est clair que, par l'effet de ces variations inverses, on finit par atteindre une température limite où liquide et vapeur ont le même poids sous le même volume.

» A ce moment, ils ne sont plus séparés; la vapeur ne se réfugie pas dans le haut, le liquide ne tombe pas dans le bas; on voit tout d'abord le ménisque disparaître, la surface de séparation cesser d'être distincte (Drion), puis la masse entière se mêler avec des stries ondoyantes et mouvantes qui accusent un mélange de densités différentes, et enfin, le tout prendre un état homogène qu'on suppose gazeux. On a atteint le point critique, qu'on peut définir *la température où un liquide et sa vapeur saturée ont*

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXI, p. 208.

la même densité. Mais la loi générale de la vaporisation n'en est pas pour cela brusquement interrompue; le liquide continue d'être à son point d'ébullition et à sa tension maxima; s'il n'est plus visible, c'est qu'il s'est mêlé au gaz dans lequel il nage, à cause de l'égalisation des densités, et, quand la température continue d'augmenter, la tension continue de croître en restant maxima jusqu'à l'entière volatilisation du liquide; après quoi, mais après quoi seulement, l'espace cesse d'être saturé, la pression d'être limitée : il n'y a plus qu'une vapeur sèche, qu'un gaz éloigné de son point de liquéfaction.

» Il faut se rendre bien compte de cet état très particulier du liquide pendant qu'il est ainsi invisible et qu'il nage dans sa vapeur. En général, une vapeur saturée se distingue du liquide générateur par deux conditions: sa densité moindre et sa chaleur latente ; ici les densités sont égales comme on vient de le voir, et la chaleur latente est nulle, puisque le volume ne change point et qu'il n'y a aucun travail d'expansion. De là vient que dans les expériences de Cagniard-Latour on voit si brusquement le liquide renaître ou disparaître par les moindres abaissements ou élévations de température. En résumé, au point critique, rien ne différencie le liquide de sa vapeur, ni la tension, ni la densité, ni la chaleur de constitution, ni l'aspect, ni aucune propriété qui les puisse distinguer.

» Si, au lieu de l'expérience de Cagniard-Latour, on suit, dans leur détail, celles de M. Andrews, on peut les résumer comme il suit. Quand on comprime graduellement un gaz confiné dans un espace clos :

» 1° Sa pression augmente jusqu'à une limite fixe, la *tension maxima;* si l'on essaye de la dépasser, le gaz se condense; c'est le *point de liquéfaction*, c'est le *point d'ébullition* sous cette pression.

» 2° La pression de liquéfaction augmente rapidement avec la température sans limites connues, mais sans cesser d'exister et sans changer de caractère à un point critique quelconque.

» 3° Aux températures basses, la densité de la vapeur saturée est moindre que celle du liquide générateur; à partir d'une limite déterminée, elle lui devient et lui reste égale : c'est le point critique.

» 4° A partir du point critique et au delà, le liquide est mêlé et confondu avec sa vapeur saturée.

» 5° A partir du point critique et au delà, il n'y a plus de chaleur latente.

» 6° A partir du point critique et au delà, l'état liquide est confondu avec l'état gazeux.

» On voit que, au point de vue où je me place, toutes les lois de la formation des vapeurs et de leur condensation sont maintenues, et que l'exception du point critique est expliquée par l'égalisation des densités. On va voir que la même théorie explique des faits jusqu'à présent incompréhensibles et qu'elle en prévoit d'autres qui ont leur intérêt. M. Cailletet fit en 1880 [1] l'expérience suivante, à laquelle on n'a pas prêté l'attention qu'elle mérite, et qu'on a oubliée parce qu'on ne la comprenait pas. Ayant comprimé dans son appareil un mélange formé de 1 partie d'air et de 5 parties d'acide carbonique, M. Cailletet vit d'abord ce dernier gaz prendre l'état liquide sous une pression moyenne; puis, sans changer la température, mais en élevant la pression jusqu'à 150 ou 200^{atm}, il vit le liquide formé disparaître en totalité : on dirait que l'augmentation de pression fait naître un point critique comme l'élévation des températures, ce qui n'est guère admissible. La théorie que je viens d'établir explique comme il suit et très aisément ce curieux phénomène.

» Par une pression moyenne, l'acide carbonique atteint son point de condensation et se liquéfie partiellement tout d'abord. Si l'on continue de réduire le volume, la pression de l'acide carbonique n'augmente plus, puisqu'elle avait déjà atteint son maximum, mais celle de l'air continue de croître indéfiniment, et avec elle la densité totale de l'atmosphère gazeuse. Cette densité devient bientôt égale à celle du liquide déjà formé, qui alors ne reste plus au fond du vase, mais se répand dans l'espace tout entier, ayant perdu tout son poids suivant le principe d'Archimède.

» C'est par l'exactitude de ses prévisions qu'on juge de la vérité d'une théorie. Or, s'il est vrai que la disparition de l'acide liquéfié soit due à l'égalisation des densités, on la retardera en remplaçant l'air du mélange par un gaz moins dense, par l'hydrogène.

» J'ai transmis cette conséquence à M. Cailletet qui s'est empressé de la soumettre à l'expérience. Il a fait deux mélanges contenant tous deux 5 volumes d'acide carbonique contre 1 volume d'air pour le premier et d'hydrogène pour le second. Dans les deux cas, il a obtenu la liquéfaction de l'acide carbonique sous des pressions moyennes et sa disparition totale avec des compressions plus puissantes; dans les deux cas, le ménisque s'effaçait d'abord : c'était le moment où les densités du liquide et de l'atmosphère devenaient égales; ensuite le liquide disparaissait et, conformément à la théorie, il disparaissait à des pressions très différentes et bien plus

[1] *Comptes rendus*, séance du 2 février 1880.

considérables pour le mélange d'hydrogène que pour le mélange d'air.

» Voici les résultats de M. Cailletet, ramenés, par une construction graphique, aux mêmes températures. On verra qu'à 20° il faut plus de 200^{atm} pour l'hydrogène; il n'en faut que 100 pour l'air.

Température.	Pression de disparition pour les mélanges d'acide carbonique et d'air.	d'hydrogène.
15°	135	245
16	130	236
17	125	227
18	120	218
19	114	208
20	108	199
21	102	190
22	96	181
23	90	172
24	85	163
25	79	153

» De ces expériences, qui seront certainement continuées, il serait facile d'établir une comparaison entre les densités de l'air et de l'hydrogène à diverses températures et sous une même pression.

» Lorsque le mélange est moins riche en acide carbonique, M. Cailletet a remarqué que la liquéfaction de ce gaz est toujours retardée et quelquefois impossible. En effet, quand par la pression on ramène le volume total au dixième ou au centième, les deux gaz éprouvent la même réduction, mais non pas la même augmentation de pression : celle de l'air se multiplie par 10 ou 100, celle de l'acide carbonique augmente moins rapidement, puisque la loi de Mariotte ne s'applique plus. De là un retard de liquéfaction; et quand enfin l'acide carbonique a atteint son maximum de tension et qu'il passe à l'état liquide, sa densité peut être devenue égale et quelquefois inférieure à celle de l'atmosphère superposée. Dans ce cas il s'y mêle, il y nage, on est porté à croire qu'il a perdu la propriété de se liquéfier sous pression; il n'a perdu que la propriété de se rassembler au fond du vase par excès de densité.

» N'est-il pas permis d'espérer une autre terminaison de cette expérience? Si l'on augmentait indéfiniment la pression totale, l'acide carbonique continuerait de se liquéfier et sa densité varierait peu; mais celle de l'atmosphère gazeuse augmenterait indéfiniment et deviendrait supérieure

à celle du liquide qui peut-être se séparerait; mais alors il se rassemblerait au sommet du tube au lieu de tomber au fond. C'est un second essai que j'ai proposé à M. Cailletet, qui s'est empressé de le tenter; il n'y a pas réussi, mais je ne désespère pas. »

CHIMIE. — *Sur la composition des substances minérales combustibles.* Mémoire de M. **Boussingault**. (Extrait.)

« J'ai réuni dans ce Mémoire les résultats d'analyses exécutées au Conservatoire des Arts et Métiers, sur des bitumes, des lignites, des résines fossiles, des houilles et des anthracites rapportés d'Amérique; et, comme termes de comparaison, les analyses des mêmes matières recueillies dans diverses localités. Ainsi je dois à l'obligeance de MM. Daubrée et Fremy d'avoir pu étendre mes recherches sur des échantillons provenant des collections de l'École des Mines et du Muséum.

» Dans la Note que je présente, je me borne à rappeler les dosages faits sur quelques produits bitumineux, offrant un intérêt particulier, par leur nature et par leur origine.

» *Bitume des puits de feu de la Chine.* — M. Imbert, missionnaire, a envoyé à l'Académie l'eau d'un puits salin et le bitume d'un puits de feu, Ho-Tsing, de la province de Szu-Tchhuan, où l'on connaît, sur une surface d'environ 50 lieues carrées, plusieurs milliers de sources : ce sont des trous de sonde que l'on fore pour se procurer du sel; ils ont généralement 500^m à 600^m de profondeur et un diamètre de $0^m,2$; on les exécute par le sondage à la corde. Pour y puiser l'eau salée ou le bitume, on y descend une tige creuse de bambou munie d'une soupape. L'eau rend, ainsi que je l'ai constaté, la cinquième partie de son poids d'un sel légèrement amer. Il sort constamment des puits un gaz combustible; on pratique même des sondages pour l'obtenir. Les sources de feu sont très communes. M. Imbert rapporte que, l'eau salée ayant tari dans un de ces puits, on sonda jusqu'à 1000^m. L'eau ne reparut pas, mais il sortit subitement de cette grande profondeur un puissant jet de gaz combustible utilisé depuis pour chauffer les chaudières évaporatoires et éclairer la saline.

» Le bitume des puits de feu est vert obscur par réflexion, brun quand la lumière le traverse; fluide à la température ordinaire, il acquiert une assez grande consistance par le refroidissement, et il s'y dépose une substance grenue, cristalline, de la naphtaline. On peut donc en obtenir deux

produits : l'un liquide, l'autre pâteux, qu'on isole par le filtre. Voici leur composition :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Partie fluide...............	86,82	13,16	0,00	0,02
Partie consistante...........	82,85	13,09	4,06	0,00

» Les sources salées sont souvent concomitantes des gisements de bitume. Ainsi, en Alsace, la saline Soultz-sous-Forêt est dans le terrain tertiaire où, comme en Chine, le sondage donne des quantités très abondantes de gaz inflammable, dont le dégagement est accompagné ou suivi d'émissions d'un bitume fluide contenant de la naphtaline, ainsi que l'a reconnu M. Le Bel.

» Ces émissions proviennent sans aucun doute de grandes profondeurs, car le gaz emprisonné dans ces huiles minérales s'y trouve à une pression supérieure à celle de 15^{atm}. Toutefois, le seul fait qui, à ma connaissance, indiquerait que le bitume liquide, le pétrole, sort quelquefois des roches d'une époque ancienne, est celui observé par de Humboldt, dans l'Amérique méridionale; une source d'huile dans un micaschiste baigné par la mer à la *punta de Araya* dans le golfe de *Cariaco*. Rappelons ici que, aux États-Unis, on retire d'immenses quantités d'huiles minérales lourdes et légères des terrains siluriens et dévoniens.

Asphalte d'Égypte.

Carbone.........................	85,29
Hydrogène	8,24
Oxygène	6,22
Azote.	0,25
	100,00

» Ce bitume a ceci de particulier, qu'il laisse après la combustion une cendre formée d'oxyde rouge de fer.

» *Bitume de Judée,* remis par de Saulcy; flotte en morceaux sur la mer Morte : cassure conchoïde.

Carbone.........................	77,84
Hydrogène	8,93
Oxygène.........................	11,54
Azote	1,70

» *Résines fossiles.* — On les rencontre dans des alluvions aurifères de la *Nueva-Granada;* elles ont l'aspect du succin.

» Un échantillon détaché d'un bloc de 12^{kg}, trouvé dans les lavages de la mine d'or de Giron, près Bucaramanga, contenait :

Carbone	82,7
Hydrogène	10,8
Oxygène	6,5
Azote	0,0
	100,0

» *Résine fossile* d'une mine d'or dans une alluvion de la province d'Antioquia.

» Cette résine a la couleur du mellite :

Carbone	71,89
Hydrogène	6,51
Oxygène	21,57
Azote	0,03
	100,00

» *Houille de Canoas*, plateau de Bogotà, altitude 2800^{m}, Cordillère orientale des Andes, grès en relation avec le calcaire néocomien :

Carbone	80,96
Hydrogène	5,13
Oxygène	12,50
Azote	1,41
	100,00

» *Houille fibreuse de la province d'Antioquia :*

Carbone	87,05
Hydrogène	5,00
Oxygène	6,56
Azote	1,39
	100,00

» Fusain. — La houille a, dans certains cas, un singulier aspect, celui du charbon de bois ; on la désigne alors sous le nom de *fusain*.

» Elle est en fragments plats, à angles émoussés, dispersés dans le charbon de terre. Il y a des tiges, dont l'intérieur, converti en fusain, est recouvert d'une écorce changée en houille. Dans l'opinion de M. Grand'Eury, à qui l'on doit une excellente étude sur la formation des combustibles minéraux, le fusain serait l'état fossile d'un bois desséché à l'air avant son

enfouissement et qui n'aurait pas éprouvé la transformation des débris végétaux ayant pourri préalablement dans les marécages.

» *Fusain des houillères de Blanzi*, puits Sainte-Eugénie :

Carbone	87,81
Hydrogène	3,88
Oxygène	7,67
Azote	0,64
	100,00

» *Fusain de Montrambert* (Loire), puits Dyère :

Carbone	93,05
Hydrogène	3,35
Oxygène	3,43
Azote	0,17
	100,00

» *Anthracites*. — *Anthracite du Chili*, remis par Gay :

Carbone	92,25
Hydrogène	2,27
Oxygène	4,94
Azote	0,54
	100,00

» *Anthracite de Muso* (Nouvelle-Grenade). — Trouvé en amas dans les schistes des mines d'émeraudes. Dur, d'un noir brillant, prenant un grand éclat par le frottement; taillé, on l'a porté, mêlé à des diamants; sa densité est 1,689 :

Carbone	94,83
Hydrogène	1,27
Oxygène	3,16
Azote	0,74
	100,00

» On connaît des anthracites présentant un aspect adamantin comme celui de Muso. Ainsi on a rencontré dans un charbon des petits grains assez durs pour rayer le verre et même le zircon. Par le polissage, ils acquièrent un éclat remarquable; mais cette substance a une faible densité et laisse d'assez fortes proportions de cendres.

» M. Friedel a dosé, dans un échantillon que l'on croit originaire du Brésil :

Carbone	97,6
Hydrogène	0,7
Oxygène	1,7
	100,0

Graphite de Karsoh.

Carbone	97,87
Hydrogène	0,37
Oxygène	1,70
Azote	0,06
	100,00

» L'hydrogène, l'oxygène, l'azote appartenaient aux impuretés mêlées au minéral. Pour les éliminer, il faut, comme l'ont fait MM. Dumas et Stas, dans leurs belles recherches sur le véritable poids atomique du carbone, traiter le graphite par plusieurs agents, puis, pour enlever les dernières traces de fer, le soumettre au rouge à un courant de chlore sec. Ainsi obtenu, le graphite, comme le diamant, est du carbone pur. »

HISTOIRE NATURELLE. — *L'expédition scientifique du* Talisman *dans l'océan Atlantique;* par M. **Alph. Milne-Edwards.**

« L'Académie a signalé dernièrement à M. le Ministre de la Marine l'intérêt qu'elle attache aux recherches de Zoologie sous-marine et elle lui a exprimé le désir que les explorations faites par le *Travailleur* en 1880, 1881 et 1882 fussent continuées. Cette démarche n'a pas été infructueuse et je suis heureux d'annoncer que la Marine a mis pour cet été à la disposition d'une Commission de naturalistes, dont le Ministre de l'Instruction publique m'a confié la présidence, un bâtiment plus grand et plus rapide que le *Travailleur* et qu'elle l'a pourvu de machines et d'appareils perfectionnés.

» L'éclaireur d'escadre *le Talisman* partira de Rochefort le 1er juin pour aller fouiller les profondeurs de l'océan Atlantique. Les recherches commenceront sur les côtes du Maroc et au voisinage des îles Canaries et se continueront jusqu'à l'archipel du cap Vert. J'ai l'intention d'étudier dans ces parages la pêcherie de Corail rouge de San Yago, à peine connue des naturalistes, et d'explorer quelques îlots déserts, tels que Branco et Raza, sur lesquels vivent de grands Sauriens dont l'espèce semble confinée

sur cet espace étroit, car elle n'a jamais été trouvée sur aucune autre terre. Le *Talisman* se dirigera ensuite vers la *mer des Sargasses* pour relever la configuration des fonds, pour recueillir les animaux variés qui vivent dans ces immenses prairies de varech et pour réunir ainsi les matériaux nécessaires à la publication d'une faune des Sargasses.

» En quittant cette région de l'océan Atlantique, nous visiterons les Açores, puis, au mois de septembre, nous regagnerons la France en ayant soin de jalonner notre route de nombreux dragages. Le soin tout particulier que la Marine a mis à pourvoir le navire de tout ce qui pourrait lui être utile pendant cette campagne d'exploration, le choix qu'elle a su faire d'officiers instruits et expérimentés me font espérer que cette expédition donnera des résultats plus importants encore que celles qui l'ont précédée. Si quelques-uns de nos collègues voulaient bien y aider en me signalant des recherches spéciales, je m'empresserais de mettre à leur service les moyens d'action dont dispose la Commission scientifique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La Commission de l'École vétérinaire de Turin*; par M. **Pasteur**.

« Dans la séance du 9 avril dernier, j'ai informé l'Académie qu'une contestation s'était élevée entre six des professeurs de l'École vétérinaire de Turin et moi au sujet des différences dans l'état du sang d'un mouton mort charbonneux, suivant qu'on l'étudie dans les premières heures qui suivent la mort ou le lendemain de la mort.

» La Commission de Turin avait attendu plus de vingt-quatre heures pour recueillir le sang d'un cadavre destiné à contrôler l'immunité acquise par la vaccination charbonneuse. Je m'empressai d'informer la Commission qu'elle avait eu tort d'agir ainsi et, quelques mois après, le 8 juin 1882, dans une séance de la Société centrale de Médecine vétérinaire de Paris, j'eus l'occasion de rappeler cet incident.

» La Commission protesta aussitôt, à deux reprises, par la voie de la presse, qu'elle avait agi correctement, que mon opinion était inexacte et arbitraire, qu'il serait « merveilleux » que j'eusse pu, avec vérité, accuser de septicémie un sang que je n'avais pas vu, contrairement à l'opinion de la Commission qui, elle, s'était livrée à l'examen minutieux de ce sang.

» Un échange d'observations écrites n'ayant pas amené entre nous un accord quelconque, j'offris à la Commission de Turin de me rendre auprès d'elle et de mettre publiquement sous ses yeux les preuves qu'un

mouton mort charbonneux était exclusivement charbonneux dans les premières heures après la mort, mais qu'il était le lendemain à la fois charbonneux et septique, et que les observations faites par la Commission pour s'assurer de l'existence de la septicémie avaient été entièrement insuffisantes.

» Une circonstance m'imposait le devoir de pousser les preuves dans ce débat aussi loin que possible.

» En effet, un professeur de la Faculté de Paris, qui venait de se jeter tout à coup dans une attaque violente contre la microbie, n'avait rien trouvé de mieux que de lire devant l'Académie de Médecine les protestations des professeurs de Turin, sans donner la moindre attention à la réfutation que j'en avais déjà faite à deux reprises.

» Au lieu de répondre par une acceptation à ce qu'ils ont appelé mon défi, les professeurs de Turin m'adressèrent des questions sur ce que je me proposais de démontrer matériellement devant eux. Leur lettre a été insérée dans la *Revue scientifique* du 12 mai courant. J'y ai fait la réponse suivante :

« Paris, 9 mai 1883.

» Messieurs,

» Votre lettre du 30 avril me surprend beaucoup. De quoi s'agit-il entre vous et moi? Que j'aille à Turin, si vous l'acceptez, pour démontrer que des moutons morts du charbon, en tel nombre qu'il vous plaira, seront, dans les premières heures après leur mort, exclusivement charbonneux, et que, le lendemain de leur mort, ils seront tout à la fois charbonneux et septiques; qu'en conséquence, lorsque le 23 mars 1882, voulant inoculer du sang uniquement charbonneux à des moutons vaccinés et non vaccinés, vous avez prélevé du sang dans un cadavre charbonneux, mort depuis plus de vingt-quatre heures, vous avez commis une faute scientifique grave.

» Au lieu de me répondre par oui ou par non, au lieu de me dire : « Venez à Turin, ou » ne venez pas », vous me proposez, dans une lettre manuscrite de dix-sept pages, de vous envoyer, de Paris, par écrit, des explications préalables sur tout ce que j'aurais à démontrer à Turin.

» A quoi bon, en vérité? Ne serait-ce pas préparer des discussions sans fin? C'est parce qu'une controverse écrite n'a pas abouti et n'aboutirait pas davantage, si nous la reprenions encore sous cette forme, que je me suis mis à votre disposition.

» De nouveau j'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien m'informer si vous acceptez la proposition que je vous ai faite, le 9 avril, de me rendre à Turin pour placer sous vos yeux les preuves des faits que je viens de rappeler.

» Veuillez agréer l'expression de mes sentiments les plus distingués. L. Pasteur.

» *P.-S.* — C'est pour ne pas compliquer le débat que je ne m'arrête pas à toutes les assertions et citations erronées que contient votre lettre. »

» A cette réponse fort correcte, à mon offre réitérée de me rendre à Turin, la Commission italienne vient de m'écrire la lettre suivante :

« Turin, 14 mai 1883.

» Monsieur,

» Nous avons l'honneur de vous déclarer que votre lettre du 9 courant, que nous avons reçue aujourd'hui, rappelle ce duelliste qui défiait tous ceux qui osaient le contredire, ou même le regarder en face, mais qui avait l'habitude de se réserver le choix des armes et d'obliger ses adversaires à se battre les mains liées.

» Dans de pareilles conditions, comme nous ne sommes pas ces ignorants que vous nous supposez généreusement, nous estimons qu'il ne serait pas sérieux de nous occuper davantage de vos défis habituels tant que vous n'aurez pas daigné faire une réponse catégorique aux deux modestes demandes de la lettre que nous vous avons adressée le 30 avril dernier.

» La Commission,

» *Signé à l'original*,

» Vallada, Bassi, Brusaso, Longo, Demarchi, Venuta.

» *P.-S.* — Ne craignez pas de compliquer la discussion en indiquant au public toutes les assertions et les citations erronées que vous dites arbitrairement être contenues dans notre susdite lettre, et soyez convaincu qu'en ce faisant vous satisferez à un de nos vœux les plus fervents, parce que si la discussion reste dans le champ de la science sereine, comme nous l'espérons, nous sommes persuadés qu'il en résultera, que c'est non pas nous, mais vous qui vous êtes grandement trompé dans vos assertions à notre égard. »

» La Commission de Turin n'accepte donc pas que je me rende auprès d'elle.

» Si l'Académie veut bien se reporter aux Notes que j'ai publiées en 1877 sur le charbon et la septicémie, elle n'aura pas de peine à penser que dans cette discussion je ne me suis avancé qu'avec une entière certitude de succès.

» Il n'est peut-être pas sans intérêt que je donne ici une nouvelle preuve de la méprise de la Commission de Turin.

» J'avais prié l'un de mes jeunes collaborateurs, M. Roux, qui, dans mon laboratoire, représente plus spécialement les connaissances médicales et pathologiques, de m'accompagner à Turin; mais, comme M. Roux n'était pas encore attaché à mon laboratoire, en 1877, quand j'ai éclairci avec M. Joubert d'abord, puis avec MM. Joubert et Chamberland, les faits de septicémie après la mort et les relations qu'ils ont avec le charbon, j'ai prié M. Roux de s'exercer à ces sortes d'études, avant notre départ, afin que tout fût d'une clarté saisissante dans les expériences que nous aurions à faire devant la Commission de Turin.

» Le 5 mai courant, à 7^h du matin, un mouton meurt du charbon inoculé. La température moyenne était de 11°; la soirée et la nuit furent plus chaudes, orageuses même. Le 6 mai, juste vingt-six heures après la mort, on fait l'autopsie du mouton, et du sang est recueilli dans le cœur. On ensemence une goutte de ce sang dans du bouillon stérilisé, d'une part, au contact de l'air, de l'autre, dans des tubes propres à faire le vide. Ce même sang est, en outre, inoculé à un mouton neuf. Dès le lendemain, la culture à l'air fournit de la bactéridie charbonneuse, qui, inoculée à deux cobayes, les fait périr du charbon pur. La culture dans le vide fut, au contraire, septique : inoculée à deux cobayes, elle les a fait périr, de la septicémie la plus aiguë, en moins de vingt-quatre heures.

» Le mouton inoculé par le sang du cœur mourut également septique, le lendemain de l'inoculation.

» Bref, quand un mouton meurt du charbon et alors même qu'il est déjà devenu à la fois charbonneux et septique, on retire facilement de son sang le charbon et son microbe, et également la septicémie et son microbe.

» La présence de l'air, au contact du liquide de culture en faible épaisseur, empêche les vibrions septiques de naître, parce que ceux-ci sont anaérobies; cette présence de l'air provoque le développement de la bactéridie, tandis que l'air détruirait les vibrions s'ils prenaient naissance; la culture dans le vide ou en présence de l'azote ou de l'acide carbonique purs leur permet, au contraire, de se développer. La bactéridie, elle, pour se multiplier, ne peut se passer de l'oxygène de l'air. Telle est l'analyse, aussi sûre et plus rapide qu'une analyse chimique, que nous aurions fait subir au sang du cœur d'un mouton, le lendemain de sa mort, en présence de l'École de Turin.

» Il y a une autre manière moins précise et plus sujette à illusion d'étudier un sang qui est à la fois charbonneux et septique : c'est l'inoculation directe du sang à des animaux de races diverses, cobayes, lapins, moutons, sans opérer préalablement la séparation des deux microbes que le sang contient. Dans ce cas, suivant l'état de réceptivité des sujets inoculés et suivant les rapports de développement des deux maladies dans le sang doublement infectieux, on voit apparaître tantôt le charbon pur, tantôt la septicémie pure, tantôt la septicémie et le charbon associés. Il arrive même que, au cours des symptômes qui suivent l'inoculation, on voit parfois l'une des deux maladies se substituer à l'autre. Tel cobaye, par exemple, mourra charbonneux, après avoir manifesté en premier lieu des symptômes septiques. Le cas inverse peut se présenter également.

» Mes honorables collègues de l'École de Turin voudraient rester sur le terrain de la science pure. Quoique leur lettre du 14 mai ne tende guère à la réalisation de ce vœu, ils y arriveront aisément en répétant les expériences qui précèdent, et j'ajoute que, dans la saison chaude où nous sommes, le sang du mouton, tout d'abord exclusivement charbonneux, sera déjà à la fois septique et charbonneux après douze ou quinze heures seulement. Si l'on attend qu'une putréfaction plus générale soit déclarée, d'autres septicémies peuvent apparaître, notamment une septicémie beaucoup plus putride que celle dont je viens de parler et qui accompagne la putréfaction avancée.

» Messieurs les professeurs de l'École de Turin, dans un *post-scriptum* à leur lettre du 14 mai, déclarent que je satisferais à un de leurs vœux les plus fervents si je voulais bien indiquer au public les assertions et citations erronées que j'ai dites être contenues dans leur lettre du 30 avril. Je ne puis me refuser à leur désir. Un seul exemple suffira sans doute à les édifier.

» Je lis dans leur lettre du 30 avril 1883 :

« A la date du 16 avril 1882, vous écriviez à M. le Directeur de l'École de Turin que, dans ladite saison de mars, un mouton mort par suite de l'infection charbonneuse pure est, après vingt-quatre heures, déjà charbonneux et septique et que le sang contient tout à la fois la bactéridie charbonneuse et le vibrion septique. Ce jour-là probablement vous ne vous rappeliez pas avoir affirmé à l'Académie de Médecine de Paris, dans la séance du 17 juillet 1877, que « le sang du cœur ne sera nullement virulent, quoiqu'il soit extrait » d'un animal déjà putride et virulent dans plusieurs parties étendues de son corps. Le » microscope ne signalera pas davantage dans ce sang la présence de vibrions septiques. »

» Je n'ai jamais rien écrit de pareil en ce qui concerne un animal mort depuis vingt-quatre heures. En réalité, voici ce qu'on lit dans la Note de 1877 que citent ces Messieurs : Parlant du vibrion septique, « l'expé- » rience suivante, disais-je, facile à reproduire, démontre bien que ce » vibrion passe dans le sang, en dernier lieu, dans les dernières heures de » la vie ou après la mort. Un animal va mourir de la putridité septique qui » nous occupe, car cette maladie devrait être définie : la putréfaction sur » le vivant; si on le sacrifie avant d'attendre sa mort et qu'on inocule d'une » part la sérosité qui suinte des parties enflammées ou la sérosité intérieure » de l'abdomen, ces liquides manifesteront une virulence extraordinaire; » qu'en même temps, au contraire, on inocule le sang du cœur recueilli » avec le plus grand soin, afin de ne point le souiller par le contact de la » surface extérieure du cœur ou des viscères, ce sang ne sera nullement

» virulent, quoiqu'il soit extrait d'un animal déjà putride dans plusieurs » parties du corps. »

» Il résulte de cette citation, comparée à la précédente, que les professeurs de Turin opposent les faits de ma lettre du 16 avril 1882, portant sur un mouton *mort depuis vingt-quatre heures*, à ce que j'ai dit, en 1877, d'un animal septique *sacrifié avant d'attendre sa mort*. Certes, ce n'est pas rester dans le champ de la science sereine que de commettre dans le sujet qui nous occupe de pareilles inexactitudes de citations. »

HISTOIRE DE LA MARINE. — *Note de M. l'Amiral* **Pâris** *accompagnant la présentation de son Ouvrage intitulé : « Le Musée de la Marine au Louvre ».*

« L'Amiral Pâris présente à l'Académie des Sciences un Ouvrage qui a coûté quatre ans et demi de publication et qui présente l'ensemble de ce qu'ont été les navires jusqu'à l'adoption des machines à vapeur. L'histoire s'est occupée des faits sans s'enquérir des engins qui les ont fait accomplir; pourtant, sur mer, c'est le navire qui est important, puisque l'homme ne peut rien sur l'eau sans son secours; c'est au navire que l'on doit la connaissance de la Terre et la jouissance de tous ses produits; que des combats se soient livrés à terre avec des pierres, des flèches ou de la poudre, il y a moins de différence que sur mer.

» Ayant déjà publié les pirogues des sauvages et les navires de ceux qu'on appelle les *demi-civilisés*, il remarque que les mêmes moyens produisent les mêmes résultats; on trouve chez les peuples les moins avancés ce qu'ont été ceux que nous nommons primitifs, n'ayant que des outils de pierre, et il résulte de cette observation qu'en faisant le tour du monde à partir de la Polynésie et arrivant en Europe par la Malaisie et l'Asie, on retrouve tout ce qu'a été la navigation depuis son origine jusqu'à nos jours. C'est ce que montre clairement le Musée de Marine et ce que fait apprécier l'introduction avec de nombreuses vignettes et des gravures dispersées et reléguées à la fin du volume.

» Arrivant à la période où l'on a des documents certains, et qui remonte à un peu plus de 200 ans, il nous montre les galères avec leurs nombreuses rames et leur faible artillerie; d'où il résultait que la guerre maritime à cette époque se faisait surtout avec des hommes, tandis que plus que jamais elle se fait avec de l'argent. Ainsi, au commencement du règne de Louis XIV, une galère ayant 400 hommes dont 300 pour les rames ne lançait que 44^{kg} de fer, soit $0^{kg},110$ par homme, tandis qu'un vaisseau à voiles lançait de

600^{kg} à 1000^{kg} pour 1000 hommes. En admettant que la galère coûte maintenant 400000^{fr}, c'est 1000^{fr} par homme; un cuirassé actuel de 10000000^{fr} pour 500 hommes d'équipage vaut 20000^{fr} par homme sans compter le charbon. Des Tableaux numériques très étendus donnent à la fin de l'Ouvrage des moyens de comparaison rendus faciles par les chiffres de colonnes spéciales ajoutées à celles qui donnent toutes les dimensions importantes, pour les navires de la fin du dernier siècle et du commencement de celui-ci.

» Profitant de modèles du temps et d'un superbe manuscrit *grand aigle* de 1697, il donne non seulement l'aspect extérieur, mais l'intérieur d'une galère, et ajoute un tableau des rations de ces hommes qui n'avaient pas un mètre carré pour vivre et restaient enchaînés à leur banc, souffrant, dans les chasses, ce que nous voyons avec dégoût faire éprouver aux chevaux de tombereau. Un modèle cassé et un vieux manuscrit trouvé au musée ont donné le moyen de rétablir un autre navire, la galéasse, moins connu, mais qui a joué un grand rôle lorsque l'artillerie est devenue moins imparfaite. Là, 1001 hommes vivaient avec 0^{mq},6 d'espace sans compter les bancs, les cuisines, et 9 hommes réunissaient leurs efforts sur une rame de 17^{m},50, pesant 200^{kg}. Il n'y avait d'abri qu'aux extrémités, et ce qui se passait à cet égard il y a 200 ans lève quelques-unes des difficultés qui subsistaient pour expliquer les agglomérations d'hommes des galères de l'antiquité.

» Au sujet du navire à voiles tout est obscur avant Louis XIII, et un Ouvrage aussi remarquable que singulier du P. Fournier, de la Compagnie de Jésus, permettra de construire un modèle très probable et au moins vrai dans sa partie importante. Il décrit en détail la *Couronne*, montée par Monseigneur de Sourelis, et montre le déclin des galères en racontant l'attaque d'un vaisseau qui résiste à 33 galères : c'étaient près de 14000 contre 600 ou 800. De nombreuses vignettes rappellent les détails de cette époque, tant pour les galères que pour les navires à voiles.

» A partir du règne de Louis XIV, tout devient de plus en plus certain, d'après des modèles exacts et des Ouvrages devenus aussi nombreux que remarquables sous Louis XVI. C'est aussi la période la plus détaillée de l'Ouvrage de l'Amiral Pâris, celle qui contient les planches les plus soignées, les descriptions précises et des tableaux numériques fort curieux, sur cette époque brillante où la France eut, en 1650, 75 vaisseaux armés de 4500 canons manœuvrés par 28000 marins, puis 87 vaisseaux de ligne et 42 brûlots et autres, armés de 6500 canons manœuvrés par 40000 marins; en 1704, ce sont 50 vaisseaux et 19 petits navires armés de 3778 canons. Aussi

est-il heureux d'avoir de bons modèles du *Royal-Louis* et des autres vaisseaux de cette époque, ainsi que d'autres plus parfaits du temps de Louis XV; ces modèles réparés ont pu être insérés dans l'Album des 60 planches de l'Ouvrage.

» Du temps de Louis XV et de Louis XVI, la Science s'est emparée de la Marine; les Euler, les Bernoulli ont établi de belles théories, la construction n'a plus été livrée au hasard d'une pratique mystérieuse; de bons Ouvrages ont été publiés sur toutes les parties de la marine, et enfin l'encyclopédie, dont Vial du Clairbois fut le principal auteur, nous montre tout ce qui intéresse la Marine d'une manière dont rien n'a pu approcher depuis. Mais il est à remarquer que ce sont des Traités généraux avec lesquels il serait bien difficile de rétablir un vaisseau complet, si quelques plans n'avaient échappé à la destruction. Aussi l'amiral Pâris s'est appliqué à montrer un grand navire complet et il poursuit cette idée d'une manière plus détaillée dans un Ouvrage spécial intitulé : *Souvenirs de Marine*, auquel l'Académie a donné le plus honorable encouragement. En effet, si l'on a un trois-ponts entier, on obtient, à peu de chose près, un vaisseau à deux ponts en retranchant la batterie basse, et l'on obtient une frégate en ne laissant qu'une batterie couverte : tout le reste subit une réduction proportionnelle, tant que le navire conserve ses trois-mâts; les Tables numériques sont assez complètes pour remplir une grande partie des lacunes que laisseraient les dessins. Ce qui permet de dire que de la sorte l'exposé du Musée est une conservation de la Marine passée, qui, bien que disparue, n'intéresse pas encore assez, car on aime le nouveau, ce qui est encore connu attache peu et le perdu retrouvé est aussi attrayant que le nouveau. C'est un plaisir que l'Ouvrage de l'Amiral Pâris enlèvera à l'avenir, s'il y arrive.

» Les constructions de l'empire et leurs transformations sous Louis-Philippe sont détaillées avec soin, non seulement par de bonnes photographies des modèles, mais aussi par la reproduction des aquarelles d'un artiste unique par l'élégante vérité de ses dessins, de M. Roux, dont soixante aquarelles remarquables ornent le Musée et rappellent la perte que la vérité dans l'art a faite lors de la mort récente de cet artiste.

» Tout ce qui concerne ces époques récentes est si positif et si complet, qu'il n'y a qu'à jeter un regard sur le tableau pour en être convaincu.

» Montrer ce qu'étaient les vaisseaux, ce qu'ils contenaient, ce qu'était leur voilure est certes ce qu'il y a de plus intéressant et surtout de plus capable de donner une idée du Musée; mais expliquer comment tout cela s'est fait

jadis et maintenant peut aussi attirer l'attention; aussi, après avoir exposé les procédés grossiers de l'ancienne et de la nouvelle façon du P. Fournier, le compte rendu de l'ancienne Marine expose succinctement le mode de tracé, celui de la mise en place des pièces sur une gravure, la disposition et la liaison des pièces. Enfin, on trouve ce qui peut faire apprécier par quel art on est arrivé à produire le merveilleux ensemble de cet être plus gigantesque que ceux de la nature, auquel l'homme a donné la vie, en fournissant par ses faibles mains la force musculaire nécessaire à lui faire exécuter sa pensée, et cela avec l'élément le plus inconstant, avec le vent. Car rien n'approche de l'être vivant comme le navire, il se meut suivant une volonté, souffre, combat et périt de vieillesse ou d'événement tragique. La manière dont on mettait en place ces mâts pesant plus de 15000^{kg}, alors qu'on n'avait que le ciel au-dessus de sa tête, est expliquée, ainsi que la manière de visiter le fond du navire en le couchant par force sur le flanc. Les améliorations assez tardives de l'intérieur et leur influence sur la santé des équipages ne sont pas oubliées, non plus qu'un souvenir reconnaissant aux officiers qui ont amené après la paix générale le navire à un état d'ordre et de salubrité inconnu et qui ont fait vivre sainement mille hommes dans un espace où il serait très cruel de les renfermer à terre. Cette surveillance continuelle, jointe à la nécessité des devoirs, montrée à chaque instant par les hasards ou les dangers de la navigation, avaient amené le navire à voiles à une perfection admirable. Aussi, et bien qu'il soit un de ceux qui se sont le plus occupés de la vapeur, le vieux marin jette un regard de regret sur son ancien vaisseau; il ne peut s'empêcher de dire qu'il y avait alors lieu d'être fier de son navire, et on l'était. On avait de l'émulation, comme ont des cavaliers à monter de beaux chevaux, au lieu d'un âne. Le gréement bien tenu, la peinture luisante, les canons émaillés comme de la laque de Chine, et surtout l'équipage éclatant de blancheur excitaient une juste vanité, aussi bien que les manœuvres d'ensemble; toutes les voiles changées en dix minutes, les mâts de hune calés, et le navire semblant désarmé en un quart d'heure, et tout cela rétabli en place et prêt à repartir en un autre quart d'heure! Les équipages étaient excités à bien faire et conservaient un souvenir de leur navire. Tout cela est disparu; aussi la fin du Volume a quelque chose de triste; elle rappelle bien que le vaisseau était arrivé sous tous les rapports à une perfection inconnue, qu'on n'y craignait pas plus les anciennes maladies que les ouragans, et que c'est arrivé à ce point que tout est déprécié. C'est le chant du cygne du majestueux trois-ponts et de l'élégante frégate; c'est peut-être aussi celui de son

intelligent officier et de son vaillant matelot. La fumée des machines va salir ses blanches voiles, l'adresse et le courage vont être transformés en fatigue et saleté. Mais, à ce prix, le calme et le vent contraire seront aussi inconnus qu'ils produisaient d'obstacles jadis. La puissance du vaisseau va donc être réellement augmentée, il va même tenter de devenir invulnérable; mais la science moderne a préparé un reptile terrible : la torpille, qui démontrera dans l'avenir que le lion devra redouter le petit serpent.

» L'ancien vaisseau est donc, à bien dire, disparu; puisse l'effort tenté pour en conserver le souvenir n'être pas vain, en le répandant assez pour assurer une conservation que l'expérience prouve résider surtout dans la dispersion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de synthèse des acides alkylnitreux;* par M. G. CHANCEL.

« J'ai établi, dans des Communications précédentes [1], que les acides alkylnitreux se produisent avec régularité par l'action de l'acide nitrique sur les acétones. L'acétone dérivée d'un acide normal, $C^n H^{2n} O^2$, donne ainsi l'acide alkylnitreux immédiatement inférieur :

$$C^{n-1} H^{2n-2} Az^2 O^4.$$

» Les acétones mixtes, et en particulier les méthylalkylacétones,

$$C^{n-1} H^{2n-1} - CO - CH^3,$$

se comportent de même; les groupes nitreux se fixent alors sur le radical alcoolique le plus élevé.

» Il résulte des recherches qui font l'objet de ce Mémoire que ce mode général de formation s'applique, non seulement aux acétones libres, mais aussi aux combinaisons susceptibles de leur donner naissance par l'action de l'acide nitrique. Dans ce dernier cas, il est même possible d'obtenir un acide alkylnitreux d'un échelon supérieur au terme générateur.

» Le composé qui a servi de point de départ à ces synthèses est l'acétylacétate d'éthyle,

$$CH^3 - CO - CH^2 - CO . O . C^2H^5.$$

» On sait que les dérivés mono-alkylés de cet éther, qui ont pour com-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1405, et t. CXIV, p. 399.

position

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \diagup H \\ C \\ | \diagdown C^nH^{2n+1} \\ CO.O.C^2H^5, \end{array}$$

se scindent, sous l'influence des alcalis ou des acides étendus, en alcool, en acide carbonique et en une acétone mixte

$$CH^3-CO-CH^2.C^nH^{2n+1}.$$

» La netteté avec laquelle s'effectue ce dédoublement faisait présumer que l'acide nitrique, en agissant directement sur un dérivé alkylé de l'éther acétylacétique, engendrerait l'acide alkylnitreux

$$C^nH^{2n+1}-CAz^2O^4.H = C^{n+1}H^{2n+2}Az^2O^4,$$

contenant un atome de carbone de plus que le radical alcoolique, C^nH^{2n+1}, introduit par substitution. Cette prévision est entièrement confirmée par l'expérience.

» Ainsi, les dérivés méthylique, éthylique et propylique de l'éther acétylacétique, soumis à l'action de l'acide nitrique, donnent respectivement les acides éthylnitreux, propylnitreux et butylnitreux, qui ne sont d'ailleurs autre chose que les composés désignés par M. Victor Meyer sous les noms de *dinitroéthane*, *dinitropropane* et *dinitrobutane* (¹). Cette réaction se prête même, avec avantage, à la préparation de ces corps, aujourd'hui qu'il est si facile de se procurer les éthers acétylacétiques alkylés par le procédé de MM. Conrad et Limpach (²), qui ne laisse rien à désirer.

» L'acide nitrique de concentration moyenne (d'une densité de 1,35) attaque immédiatement tous ces éthers. A côté de l'acide alkylnitreux qui prend naissance, on constate la présence de l'acide acétique, de l'éther nitreux et de l'acide carbonique. L'acétylacétate d'éthyle ne donne que ces derniers produits, sans formation d'un acide alkylnitreux.

» La réaction étant toujours assez vive, il convient de n'opérer que sur

(¹) M. Züblin [*Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. X, p. 2083 (1877) et suiv.] a obtenu le *dinitrobutane* à l'aide de l'iodure de butyle provenant de l'alcool butylique normal de M. Fitz, en suivant un procédé analogue à celui dont M. ter Meer a fait usage pour préparer le *dinitroéthane* et le *dinitropropane*.

(²) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. 192, p. 153.

de petites quantités d'éther à la fois (5 à 10^{cc}), que l'on chauffe modérément dans un matras à long col et auquel on ajoute peu à peu un volume égal d'acide nitrique. En général, l'attaque a lieu immédiatement; dès qu'elle se manifeste, il faut se hâter de soustraire le matras à l'action de la chaleur et n'ajouter qu'alors le reste de l'acide nitrique. Lorsque le dégagement des vapeurs rutilantes commence à diminuer, on verse le mélange dans un peu d'eau pour arrêter l'action; si on la prolongeait plus longtemps, une partie de l'acide alkylnitreux serait détruite. Après un ou deux lavages, le produit, préalablement décanté, est dissous dans le double de son volume d'alcool, puis traité par une solution alcoolique de potasse; l'addition de l'alcali colore le liquide en rouge brun foncé et détermine une notable élévation de température. Par l'agitation, avec une baguette de verre, il se fait bientôt une abondante cristallisation; souvent même la liqueur se prend en masse, mais ce n'est qu'au bout de quelques heures que la précipitation de l'alkylnitrite de potassium est terminée. Le sel, recueilli sur un filtre, lavé d'abord à l'alcool, puis à l'éther, est d'un beau jaune; pour l'avoir tout à fait pur et en beaux cristaux, il suffit de le dissoudre dans quatre ou cinq fois son poids d'eau bouillante, de filtrer rapidement la dissolution chaude et de l'abandonner au refroidissement. Le rendement est très satisfaisant.

» *Action de l'acide nitrique sur le méthylacétylacétate d'éthyle.* — Lorsqu'on ajoute de l'acide nitrique à cet éther, l'attaque ne se fait pas immédiatement; le mélange se colore d'abord en retenant les vapeurs nitreuses, qui, se dégageant ensuite brusquement avec une sorte d'explosion, peuvent le projeter hors du vase. On évite facilement cet inconvénient en mettant, avant l'addition de l'acide nitrique, un très petit fragment de tournure de cuivre en présence de l'éther; l'action s'effectue alors avec une régularité parfaite.

» Dans ces conditions, cet éther donne de 15 à 20 pour 100 de son poids d'*éthylnitrite de potassium*

$$CH^3-CAz^2O^4K,$$

en cristaux prismatiques volumineux, de couleur jaune foncé. L'analyse confirme l'identité de ce composé :

	Calculé.	Trouvé.	
Potassium, pour 100..........	24,68	24,58	24,61

» Ce sel présente d'ailleurs tous les caractères de l'éthylnitrite obtenu

avec la propione, la méthyléthylacétone, l'isobutyrone et l'isovalérone. Exposé à la lumière, il se colore en rouge foncé et reprend sa couleur primitive dans l'obscurité; par la chaleur et le choc, il détone avec violence, à la façon du picrate.

» L'éthylnitrite de potassium, comme tous ses homologues, se dissout avec facilité dans l'eau bouillante; à froid, il est peu soluble, mais sa solubilité augmente rapidement avec la température; 1 partie de sel se dissout à 0° dans 29p, 12, à 20° dans 14p, 51 et à 40° dans 9p, 56 d'eau.

» *Action de l'acide nitrique sur l'éthylacétylacétate d'éthyle.* — Cet éther est facilement attaqué par l'acide nitrique et donne de 12 à 15 pour 100 de son poids de *propylnitrite de potassium*, en beaux prismes jaunes de couleur un peu moins foncée que celle de l'éthylnitrite. Sa composition répond à la formule

$$CH^3 - CH^2 - CAz^2O^4.K.$$

	Calculé.	Trouvé.
Potassium pour 100	22,67	22,55

1 partie de ce sel se dissout à 0° dans 33p, 40, à 20° dans 17p, 98 et à 40° dans 9p, 90 d'eau.

» Le propylnitrite de potassium détone vers 140° ou 145° quand on le chauffe sur une lame ou dans une capsule de platine; mais dans un tube l'explosion peut déjà se produire à 106°. Dans l'étuve à eau bouillante, il éprouve peu à peu une perte de poids qui s'élève finalement, au bout de huit à dix jours, à 42 pour 100 et laisse un résidu blanc qui n'est plus détonant. A la température ordinaire, il se conserve indéfiniment, dans un flacon bouché, pourvu qu'il soit bien sec. J'ai constaté récemment qu'un échantillon de propylnitrite de potassium préparé en 1844, par l'action de l'acide nitrique sur la butyrone, n'avait pas éprouvé la moindre altération. Mais il n'en est plus ainsi quand le sel est au contact de l'eau, ou simplement exposé à l'air saturé d'humidité; après quelque temps il dégage alors du bioxyde d'azote et les cristaux deviennent blancs sans que leur forme soit modifiée. L'éthylnitrite et les autres alkylnitrites se comportent d'une manière analogue. Je reviendrai sur ces réactions, dont l'étude m'occupe en ce moment.

» *Action de l'acide nitrique sur le propylacétylacétate d'éthyle.* — Le propylacétylacétate d'éthyle a été obtenu en faisant réagir l'iodure de propyle normal sur le mélange d'éther acétylacétique et d'éthylate de sodium en solution alcoolique. Deux distillations fractionnées suffisent pour l'avoir

tout à fait pur; il bout d'une manière constante à 212° (corr.), sous la pression de 750^{mm}; sa densité à 0°, rapportée à l'eau à 4°, est 0,9795; pour les autres températures, jusqu'à 40°, elle est exactement donnée par la formule

$$D_t = 0,9795 - 0,000914t.$$

Le perchlorure de fer lui communique, après quelque temps, une légère teinte violette.

» Cet éther, traité par l'acide nitrique, donne de l'acide butylnitreux en quantité relativement considérable (18 à 20 pour 100 de son poids); la réaction est des plus régulières et constitue le vrai mode de préparation de ce composé.

» Le *butylnitrite de potassium* est d'une belle couleur jaune et cristallise, suivant la concentration de la solution, en tables ou en longues aiguilles qui se réunissent par la dessiccation en larges lamelles; sa composition est exprimée par la formule

$$CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CAz^2O^4.K.$$

	Calculé.	Trouvé.
Potassium pour 100	20,97	20,83

Chauffé, il déflagre vivement avec production d'une belle flamme violette; une partie de ce sel se dissout à 0° dans 40^p,30, à 20° dans 21^p,71 et à 40° dans 12^p,20 d'eau.

» Le *butylnitrite d'argent*, $C^4H^7Az^2O^4.Ag$, se présente sous la forme de lamelles d'un beau jaune foncé. On l'obtient en ajoutant du nitrate d'argent à la solution bouillante du sel de potassium dans 20 fois son poids d'eau et filtrant immédiatement; le sel cristallise par refroidissement; il donne à l'analyse

	Calculé.	Trouvé.
Argent pour 100	42,35	42,37

» L'*acide butylnitreux libre* s'obtient en décomposant la solution du sel de potassium pur par l'acide sulfurique très étendu; c'est un liquide incolore, insoluble dans l'eau, d'une densité de 1,205 à 15°, rapportée à l'eau à 4°; il bout vers 197° en éprouvant une décomposition partielle qui a nécessairement pour effet d'abaisser son point d'ébullition.

» Sous peu, j'espère être en mesure de communiquer les résultats que donnent d'autres dérivés de l'éther acétylacétique et notamment ceux qui contiennent en substitution deux radicaux alcooliques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du rôle respectif de l'oxygène et de la chaleur dans l'atténuation du virus charbonneux par la méthode de M. Pasteur. Théorie générale de l'atténuation par l'application de ces deux agents aux microbes aérobies;* par M. **A. Chauveau.**

« J'ai examiné le rôle que joue l'oxygène dans l'atténuation des cultures virulentes par la méthode du chauffage rapide, et j'ai démontré que l'influence de ce gaz est absolument nulle; non seulement il ne participe en rien à l'atténuation, mais sa présence constitue, pour le mycélium fragmenté des cultures aérobies, comme celles du *Bacillus anthracis*, une cause de résistance à l'action atténuante de la chaleur (*Comptes rendus*, 12 mars 1883). Cette étude devait m'amener nécessairement à examiner la théorie de la méthode de M. Pasteur pour atténuer ces mêmes cultures aérobies. Rien ne saurait prévaloir contre l'exactitude et la grande importance des excellents résultats obtenus à l'aide de cette méthode. Mais l'oxygène y joue-t-il le rôle prépondérant et même exclusif qui lui a été attribué? Il est certain que l'expérience fondamentale que je viens de rappeler autorise à se poser cette question. Il importe de la résoudre. La solution intéresse tout autant la biologie générale que la physiologie des virus et la prophylaxie des maladies virulentes.

» Toutes mes nouvelles expériences sur ce point ont encore été faites avec la collaboration de M. Jean Wosnessenski.

La solution cherchée m'a semblé devoir être contenue dans les résultats de deux séries d'expériences instituées de manière à ne faire agir qu'une des deux conditions qui interviennent dans le dispositif de M. Pasteur: supprimer l'action de l'oxygène en laissant subsister celle de la chaleur; supprimer l'action de la chaleur en laissant subsister celle de l'oxygène; agir, dans les deux cas, sur les mêmes *Bacilli* tout formés qui m'ont servi dans mes expériences antérieures, c'est-à-dire le mycélium fragmenté obtenu de culture à $+42^\circ$-43° d'une durée de vingt heures environ; c'est là, en effet, un élément dont l'activité est en quelque sorte toute prête à recevoir les diverses directions ou modifications qu'on voudra lui imprimer.

» La première série était d'une exécution bien facile. Rien n'est plus simple que d'étudier les effets de la soustraction de l'oxygène aux cultures faites à la température $+42^\circ$-43°. Après le terme de vingt heures, quand les filaments et bâtonnets se sont développés en grand nombre, on fait

passer une partie du liquide du matras dans une pipette, d'où l'on extrait l'air rapidement, à l'aide de la pompe à mercure, et le tout est remis à l'étuve à + 42°-43°, pour continuer l'évolution un instant suspendue. Qu'advient-il de cette partie de culture privée d'air? Si l'hypothèse de M. Pasteur, sur l'importance du rôle atténuant de l'oxygène, était fondée, pendant que la culture restée dans le matras au contact de l'oxygène s'atténuera en continuant à se développer, celle qui a été soustraite à ce contact devrait, sinon conserver toute sa virulence, au moins s'atténuer beaucoup plus lentement que l'autre. Or c'est précisément l'inverse qui arrive. Toutes les cultures où l'on supprime l'action de l'oxygène, en laissant subsister celle de la chaleur, perdent leur virulence en moins de vingt-quatre heures et la faculté de servir de semence féconde en moins de quarante-huit heures. Ainsi, ce n'est pas seulement à la température + 47°, nécessaire à l'atténuation rapide, que l'influence aggravante du vide se fait sentir. Cette influence se manifeste encore avec une très grande activité à la température ordinaire des cultures atténuantes de M. Pasteur. On est donc obligé de reconnaître que l'atténuation, dans ces cultures, ne dépend pas essentiellement de la présence de l'oxygène de l'air.

» La seconde série d'expériences, suppression de l'action de la chaleur avec conservation de celle de l'oxygène, ne paraît pas, au premier abord, très facile à réaliser. La température, en effet, est un phénomène tout relatif, qui ne peut être absolument supprimé, comme on le fait à l'égard de l'action de l'oxygène. Ce n'est pas une véritable difficulté, car il s'agit seulement de supprimer, d'une part, les conditions de température que les résultats ci-dessus indiqués, ou précédemment publiés, démontrent être par elles-mêmes très énergiquement atténuantes, d'autre part, celles que j'appelle *eugénésiques*, parce qu'elles permettent, en présence de l'oxygène, le développement complet du *Bacillus anthracis* très virulent. Cette double exclusion réduit à l'emploi des basses températures agénésiques (inférieures à + 15°-16°) pour faire agir seul l'oxygène sur les filaments et bâtonnets virulents des cultures commencées à + 42°-43°. L'expérience a été répétée assez souvent, soit avec la température + 10°-13°, ou + 5°-9°, soit surtout à la température zéro, qu'il est si facile d'entretenir avec la glace fondante. Dans tous les cas, sans exception, j'ai vu disparaître, des liquides de culture, la virulence d'abord, la faculté prolifique ensuite, mais beaucoup plus tardivement que dans les mêmes liquides maintenus sans oxygène à la température + 42°-43°. C'est affaire de vingt-quatre et quarante-huit heures avec ces derniers. Dans les autres, la conservation de

la virulence dure de quatre à huit jours, même un peu plus, et celle de la faculté prolifique peut aller jusqu'à dix à treize jours. Voilà qui prouve encore que, si l'oxygène peut être considéré comme étant capable d'exercer par lui-même une certaine action atténuante dans les conditions spéciales qui viennent d'être indiquées, cette action est incomparablement moins énergique que celle de la chaleur dans les conditions mêmes des cultures atténuantes de M. Pasteur. On verra plus loin qu'il y a encore à rabattre sur la faible influence attribuée ici à l'oxygène.

» Les expériences dont je viens de rapporter les résultats répondent d'une manière suffisante à la question que je m'étais posée. Si je n'avais eu que cette question en vue, j'aurais pu m'arrêter là. Mais il fallait aller plus loin, et chercher à établir, d'une manière aussi complète que possible, la théorie générale de l'action de la chaleur et de l'oxygène dans l'atténuation des virus aérobies. Pour cela, quelques nouvelles expériences devaient compléter les documents acquis sur le rôle de la température, rôle dont l'importance venait d'être grandie par mes recherches.

» Il m'a paru que je me procurerais assurément les renseignements qui m'étaient nécessaires en étudiant parallèlement et comparativement, toujours sur le même mycélium fragmenté de cultures de vingt heures environ à $+42^{\circ}$-43°, l'influence de l'air sous tension diminuée, ou sous tension normale, ou enfin sous tension augmentée, pendant les quatre phases décroissantes de température qui correspondent à l'agénésie par excès de chaleur, à la dysgénésie, à l'eugénésie, enfin à l'agénésie par défaut de chaleur. Je vais résumer en peu de mots le résultat des expériences extrêmement multipliées qui ont été faites sur ce sujet dans mon laboratoire; elles ont surtout porté sur la dernière phase de température, au sujet de laquelle les documents me manquaient le plus.

» Rien de plus net, de plus instructif et de plus facile à décrire que l'influence exercée par la température, en présence de l'air raréfié au maximum, c'est-à-dire du vide de la pompe à mercure, sur les *Bacilli* virulents obtenus de cultures à $+42^{\circ}$-43°. Il n'est même pas nécessaire de distinguer entre les différentes phases; on part d'une température relativement élevée, $+50^{\circ}$ par exemple, et l'on descend jusqu'à zero par échelons réguliers, plus ou moins espacés. La vie, qui disparaît en quelques heures quand la température est haute, se prolonge d'autant plus que celle-ci baisse davantage. Aux basses températures, incompatibles avec tout développement, à zéro particulièrement, la virulence se conserve pendant cinq à sept jours, même huit à dix jours, et la faculté prolifique pendant douze à

quinze jours. Je n'ai jamais vu les cultures mises et gardées à cette température tuer les cobayes au delà du dixième jour, ou féconder une nouvelle culture au delà du quinzième. Mais elles-mêmes gardent un peu plus longtemps la faculté de reprendre leur évolution, quand on les replace au contact de l'air et qu'on les soumet à une température eugénésique.

» Dans tous les cas d'exposition aux basses températures combinées avec l'action du vide, la virulence, avant de s'évanouir complètement, s'atténue progressivement. Même chose arrive avec les températures moyennes. Je n'ai pas besoin de rappeler que j'ai démontré déjà cette atténuation progressive pour les températures relativement élevées (*Comptes rendus*, 12 mars 1883).

» Ainsi, sans l'intervention de l'action de l'oxygène et de la chaleur, sous la seule influence du milieu liquide où ils se sont développés, les *Bacilli* de cultures virulentes perdent assez rapidement leurs propriétés physiologiques et meurent. Dans ce milieu, la température zéro est impuissante à garantir la conservation de l'activité du protoplasme qui constitue la substance de ces *Bacilli*. Matériellement, cette substance ne s'altère cependant pas beaucoup; elle montre bien des signes de débilitation, c'est-à-dire la fragmentation et même la disparition partielle du protoplasme ou sa transformation en pseudo-spores; mais cette altération des caractères morphologiques n'est jamais en rapport avec celle des caractères physiologiques.

» J'ai voulu, bien entendu, étudier, au point de vue de la reproduction, ces *Bacilli* qui s'altèrent spontanément dans le vide à basse température, comme je l'avais fait précédemment pour les cultures atténuées par le chauffage rapide (*Comptes rendus*, 12 mars 1883). Les mêmes faits se sont constamment reproduits. Ainsi, dans tous les cas où l'atténuation du germe n'a pas été poussée trop loin, les cultures de deuxième génération, ensemencées avec une ou deux gouttes de liquide de première génération, ont très bien prospéré à la température moyenne $+ 35^{\circ}$ et au contact de l'air. Toutes ces cultures ont donné naissance à des spores vigoureuses, dont l'activité virulente s'est trouvée atténuée dans une certaine mesure, et qui possédaient surtout l'aptitude à compléter cette atténuation naturelle par le chauffage à $+ 80^{\circ}$.

» En somme, l'absence de l'oxygène simplifie singulièrement l'étude de l'influence de la chaleur. Dans le vide, en effet, les cultures sont à peu près également agénésiques à toutes les températures. Il en résulte que le protoplasme du mycélium fragmenté développé préalablement dans

ces cultures se trouve toujours dans le même état d'inertie nutritive, qui donne prise sur lui à toutes les influences débilitantes ou destructives, et qui permet à ces influences de s'exercer régulièrement dans la mesure de leur activité.

» Parlons maintenant des expériences comparatives faites en présence de l'air normal. Ici, il faut distinguer entre les diverses phases de température.

» Le cas des phases dysgénésique et eugénésique est bien connu et n'a guère à me retenir. Entre + 43° et + 16° environ, les cultures primitivement préparées à + 42°-43° continuent à se développer, incomplètement et en s'atténuant, ou complètement et sans s'atténuer, suivant que la température reste aux environs de + 42°-43° ou descend au-dessous de + 41°, 40°. Ces résultats sont certainement très significatifs quand on les compare à ceux de la série précédente, où les agents virulents, placés dans les mêmes conditions de température, mais soustraits à l'influence de l'air, meurent très rapidement. La comparaison cependant ne présente un véritable intérêt que dans les cas où le développement se trouve à peu près arrêté, comme il l'est, à toute température, dans les cultures privées d'air : ce sont les cas d'agénésie par excès ou défaut de chaleur.

» Il n'y a pas à s'appesantir sur la comparaison des résultats du chauffage à une température supérieure à + 44°, en présence de l'air ou dans le vide. Cette comparaison a déjà été faite (*Comptes rendus*, 12 mars et 26 février 1883). On sait alors que les agents virulents s'atténuent et périssent très rapidement, et d'autant plus vite que la température est plus élevée, mais que ce résultat est obtenu beaucoup moins promptement dans les cultures restées au contact de l'air, preuve d'une plus grande force de résistance, qu'elles doivent à la présence de l'oxygène.

» Avec les basses températures agénésiques, l'influence de l'oxygène, chose intéressante, s'exerce en sens inverse. Cette influence est, du reste, peu marquée. Des chiffres ont été donnés ci-dessus : dix à treize jours pour la conservation de l'activité prolifique quand les cultures sont au contact de l'air, douze à quinze quand elles sont soustraites à l'action de l'oxygène. Ce sont là des différences peu sensibles; mais, comme elles sont constantes, le fait physiologique dont elles témoignent est irrécusable. C'est le seul cas dans lequel il m'ait été possible, jusqu'à présent, de constater la trace d'une action destructive exercée sur le *Bacillus anthracis* par l'oxydation du protoplasme. En somme, à l'air ou dans le vide, les cultures de vingt heures à + 42°-43°, sauf la réserve de ce fait particulier, se

comportent à peu près de la même manière aux basses températures, soit au point de vue de la conservation des propriétés virulente et prolifique, laquelle est toujours incomparablement plus prolongée que dans les cultures soumises aux hautes températures agénésiques, soit en ce qui regarde l'atténuation graduelle qui précède constamment la perte de toute activité, soit enfin à l'égard des altérations matérielles concomitantes du protoplasme.

» En poursuivant la comparaison sur le terrain de la reproduction, on ne réussit pas à trouver des différences plus tranchées entre les deux sortes de cultures soumises aux basses températures agénésiques. Qu'ils se soient atténués dans le vide ou en présence de l'oxygène, les filaments ou bâtonnets de ces cultures servent avec un égal succès de semence féconde pour une deuxième culture; de plus, les spores en provenance de cette deuxième culture jouissent, dans les deux cas, exactement des mêmes propriétés. Il en est de même des spores qui se produisent dans les premières cultures atténuées en présence de l'air, quand on fait passer ces cultures de la basse température qui les paralysait à la température eugénésique + 35°. Toutes ces spores, sans exception, sont en possession de la même virulence naturelle légèrement atténuée et de la même aptitude à s'atténuer complètement par le chauffage à + 80°. En aucun cas, il ne m'a paru que les *Bacilli*, atténués à basse température, fussent plus aptes à transmettre leur atténuation quand celle-ci avait été effectuée en présence de l'oxygène de l'air, si longue qu'ait été la durée du contact.

» L'oxygène joue cependant un rôle très actif, quoique indirect, dans la production du phénomène de la transmission héréditaire de l'atténuation. En effet, cette transmission est surtout assurée dans les cas où l'atténuation s'opère sur des cultures non pas agénésiques, mais simplement dysgénésiques, c'est-à-dire les cultures placées dans les conditions imaginées par M. Pasteur, où le développement se continue, sans atteindre néanmoins à la formation des vraies spores. L'*atténuation, pendant l'évolution lente des éléments qui la subissent*, voilà, pour le *Bacillus anthracis*, la condition qui favorise le plus la transmission héréditaire de cette atténuation. Or, c'est la présence de l'oxygène, combinée avec l'action de la chaleur, qui assure la continuation du développement dans les cultures en voie d'atténuation.

» Il me resterait à parler des expériences comparatives destinées à déterminer l'influence qu'exerce l'air sous pression augmentée quand on fait agir les températures variées étudiées dans les deux précédentes séries.

Comme ces expériences, dont le résultat peut être facilement prévu, d'après les faits déjà publiés par M. Bert, ne sont pas encore terminées et ne paraissent pas, du reste, indispensables à la synthèse des présentes recherches, je crois devoir formuler de suite cette synthèse dans les conclusions suivantes :

» I. Les faits antérieurement connus prouvent que la chaleur et l'oxygène, sources de toute activité vitale, peuvent se changer, pour les microbes infectieux aérobies placés dans certaines conditions, en agents d'atténuation d'altération et de mort.

» II. Ces conditions de l'atténuation appartiennent soit aux microbes qui la subissent, soit aux agents atténuants eux-mêmes.

» III. Pour déterminer celles des conditions d'atténuation qui sont inhérentes à la substance infectieuse, on a eu tout intérêt à se servir d'un microbe connu, le *Bacillus anthracis*, et à le prendre dans les cultures de vingt heures à la température $+ 42°-43°$, cultures où il existe à l'état de filaments ou bâtonnets virulents, doués d'une grande aptitude à subir les divers changements de propriétés qu'on veut leur imprimer.

» IV. C'est quand le protoplasme de ces *Bacilli* est en état de complète inertie, au point de vue nutritif et évolutif, qu'il est le mieux disposé à éprouver l'influence des actions atténuantes. Mais la transmission héréditaire de l'atténuation se fait alors imparfaitement.

» V. Si, pendant l'exercice des actions atténuantes, le protoplasme a conservé une certaine activité prolifique, l'atténuation se produit avec plus de difficultés, mais se transmet bien plus complètement aux générations ultérieures.

» VI. Aucune atténuation sérieuse ne peut se manifester pendant l'exercice intégral de la faculté évolutive.

» VII. Cette faculté étant étroitement liée à l'intervention de la chaleur et de l'oxygène, l'atténuation, à ses divers degrés, dépend donc des conditions qui rendent ces agents agénésiques, dysgénésiques ou eugénésiques.

» VIII. La privation d'oxygène est une condition essentiellement agénésique. Aussi, dans le vide, les cultures préparées pour l'atténuation se modifient d'une manière remarquablement régulière sous l'influence de la chaleur. De zéro à $+ 50°$, cette influence atteint son résultat extrême, c'est-à-dire la mort des microbes, dans un temps qui varie de quinze ou vingt jours à quelques heures. Il y a lieu aussi, d'après les expériences de M. Bert, de ranger au nombre des conditions agénésiques l'accroissement de la tension de l'oxygène.

» IX. Si la température sort des limites bien connues de l'eugénésie, elle devient d'abord dysgénésique, puis agénésique, et exerce alors une puissante action atténuante sur les cultures, soit exclusivement par elle-même, soit avec le concours de l'oxygène. L'influence de ce dernier ne se fait guère sentir, en tant que force atténuante, que dans les cas où l'agénésie tient à l'abaissement de la température; et encore cette influence est-elle peu active. Quand l'agénésie dépend de l'élévation de la température, la présence de l'oxygène, au lieu de concourir à l'atténuation, retarde celle-ci très sensiblement.

» X. C'est donc surtout par excès de chaleur, en l'absence de l'oxygène, que les cultures s'atténuent, s'altèrent et meurent; d'un autre côté, si l'oxygène agit quelque peu, par sa présence, comme débilitant, c'est quand la chaleur fait défaut. D'où l'on voit que, pour produire leur maximum d'action, en additionnant leurs effets, les deux agents atténuants, chaleur et oxygène, doivent être mis dans des conditions respectivement inverses.

» XI. Il se produit toujours des altérations matérielles dans la substance des *Bacilli* dont l'activité est détruite ou simplement diminuée par le fait d'une cause atténuante : segmentation et disparition partielle du protoplasme, ou sa transformation en pseudo-spores. Parfois ces altérations sont peu marquées et ne font pas prévoir la grave atteinte portée aux propriétés physiologiques.

» XII. Toute culture préparée dans les conditions types, c'est-à-dire arrêtée dans son développement après vingt heures d'exposition à la température $+ 42^{\circ}$-43°, et qui a traversé une phase agénésique pendant laquelle s'est produite une convenable atténuation, reprend et complète son évolution quand cette culture est replacée dans des conditions eugénésiques. De même une deuxième culture, ensemencée avec les *Bacilli* atténués de la culture primitive, se développe parfaitement bien dans le thermostat à $+ 35^{\circ}$ environ. Les spores très vigoureuses qui proviennent de ces diverses cultures ne sont pas douées de toute la virulence que possèdent celles des cultures normales et se distinguent par une grande aptitude à devenir encore beaucoup moins actives sous l'action du chauffage à $+ 80^{\circ}$-85°.

» XIII. Sous ce dernier état, les spores dont il s'agit constituent, pour le mouton, un virus d'inoculation préventive qui, par la facilité de sa préparation, la sûreté de sa conservation, son innocuité et la solidité de l'immunité qu'il confère, paraît ne le céder à aucun autre agent préventif.

» XIV. Quand l'atténuation des *Bacilli* de la culture préparée *ad hoc* s'est opérée à une température simplement dysgénésique, c'est-à-dire compatible

avec une lente continuation d'un certain travail évolutif (méthode de M. Pasteur), les spores des cultures eugénésiques qui font suite à cette première culture n'ont pas besoin d'un chauffage spécial pour compléter leur atténuation. Elles sont directement en possession du maximum de bénignité que l'atténuation a communiqué aux éléments de la première culture. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1883.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Chaussier : MM. Gosselin, Vulpian, P. Bert, Richet et Marey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et Larrey.

Prix Lallemand : MM. Vulpian, Gosselin, Richet, P. Bert et H.-Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Ch. Robin.

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*) : MM. Vulpian, Gosselin, P. Bert, Marey et H.-Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et de Quatrefages.

Prix Lacaze (*Physiologie*) : MM. de Quatrefages, H.-Milne Edwards et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux membres de la Section de Médecine et Chirurgie pour constituer la Commission. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et Bouley.

Prix Alphonse Pénaud : MM. Dupuy de Lôme, Marey, Tresca, Jamin et Rolland réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Mangon et Bertrand.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Traitement des eaux provenant du lavage des laines.* Note de MM. **Delattre.**

(Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

« Le dégraissage complet d'une toison de laine donne naissance :

» 1° Aux eaux de désuintage, d'où l'on extrait la potasse;

» 2° Aux eaux vannes de lavage proprement dit, d'où l'on retire des engrais, des acides gras et des terres.

» Les laines sont désuintées d'une manière méthodique, c'est-à-dire que l'eau, après avoir passé successivement sur trois laines différentes pour s'enrichir, est emmagasinée comme eau de suint lorsqu'elle marque 10° à 12° à l'aréomètre Baumé.

» Cette eau est reprise et exposée dans de grands fours à palettes et à calciner du genre Porion, et l'on en retire la potasse brute. On obtient un produit qui contient :

	Pour 100.
Carbonate de potasse	80
Sulfate de potasse	60
Chlorure de potasse	4
Carbonate de soude	3
Résidus insolubles	5
Perte et évaporation	2
Total, formant une potasse très sèche	100

» Les laines une fois désuintées sont lavées dans de grands bacs placés méthodiquement, de façon que les mêmes eaux servent trois fois et ne soient évacuées qu'épuisées en lessive de savon et très chargées de matières. Elles constituent les eaux vannes. Ce sont ces eaux qu'il s'agit d'épurer et de clarifier.

» Elles traversent d'abord des citernes en maçonnerie, étroites, profondes, où se déposent les sables lourds, et s'échappent ensuite par des déversoirs superficiels.

» Le travail est alternatif dans deux citernes, dont l'une se remplit pendant que l'autre est en vidange. Ces citernes se vident facilement au moyen de barrages superposés que l'on enlève successivement, et l'on charge à la pelle ces sables qu'un dépôt de quelques jours a rendus solides.

» Ces sables constituent un excellent engrais par les matières minérales et ammoniacales qu'ils renferment. Les expériences auxquelles ces matières ont donné lieu ont produit des résultats surprenants.

» Les eaux vont ensuite dans une grande citerne à l'entrée de laquelle elles sont traitées par un jet d'acide chlorhydrique ou de perchlorure de fer acide, qui les décompose et met en liberté tous les acides gras contenus en quantités considérables; ceux-ci surnagent, sont écumés et emmagasinés : nous verrons plus loin le parti qu'on en tire.

» Ces eaux acides se rendent de là dans une tine circulaire munie d'un agitateur mécanique qui les mélange intimement à un jet de lait de chaux, neutralisant l'acide et les rendant alcalines.

» Elles vont se décanter dans une seconde citerne où le dépôt calcaire s'effectue d'une façon parfaite; de là, tout à fait limpides, elles s'échappent par un déversoir à la rivière.

» Les dépôts sont évacués par des purges au fond des citernes et vont se solidifier dans deux grands bassins, fonctionnant alternativement et où, après un repos de quelque temps, on les enlève à la pelle. Ces terres, renfermant surtout des matières calcaires et siliceuses, constituent une excellente terre à brique ou un sol végétal très riche.

» Les acides gras emmagasinés sont ensachés, pressés à la vapeur et fournissent une huile qui donne un gaz d'éclairage très riche en pouvoir éclairant et très abondant. Les tourteaux résultant de la pression contiennent beaucoup de détritus de laines et de matières azotées.

» Cette dernière partie du problème est encore à l'étude et donnera sous peu une solution pratique aussi satisfaisante que celle de l'épuration des eaux clarifiées qui, sous une profondeur de $1^{m},50$, laissent distinguer une pièce de monnaie ou tout autre objet menu.

» Cette installation a été établie pour traiter les eaux de lavage de six millions de kilogrammes de laine brute par an; elle a coûté environ 80000^{fr}, non compris la valeur des terrains.

» Les six millions de laine brute traités donnant 4,50 pour 100 de potasse, soit 270000^{kg} à $0^{fr},50$ du degré de carbonate, et titrant 80 pour 100, fournissent annuellement 108000^{fr} de potasse, pour lesquels on dépense :

1000 tonnes de charbon à 14^{fr}	14000
Main-d'œuvre et surveillance, 20^{fr} par jour.	6000
Réparations, embarillage et autres	5000
Total	25000

outre la construction du four et des accessoires, coûtant 40000^{fr}.

» La laine brute se compose de :

Laine dégraissée	40,0
Potasse	4,5
Acides gras	14,0
Terre, sable, eau	41,5
	100,0

» Six millions de kilogrammes de laine brute, contenant 14 pour 100 d'acides gras, en représentent 840000^{kg}, auxquels il faut en ajouter 110000^{kg} provenant du savon et de l'huile employés au dégraissage.

» C'est un total de 950000^{kg}, par an, de matières grasses régénérées dont il y a maintenant à tirer le meilleur parti. »

M. **Ch. Brame** adresse la liste de ses travaux et prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats au prix Gegner.

(Renvoi à la Commission du prix Gegner.)

M. **V. Prou** demande que son Mémoire « Sur le canon à âme lisse et à projectile téliforme » soit soumis à l'examen de la Commission du prix Francœur.

(Renvoi à la Commission du prix Francœur.)

MM. **Azapis**, d'Athènes, adressent à l'Académie la description d'une pile voltaïque.

(Commissaires : MM. Becquerel, Jamin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un extrait de l'*American Journal of Science* sur une récente observation des phénomènes volcaniques des îles Hawaï, par le capitaine *C.-E. Dutton*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une « Carte géologique de l'Algérie au $\frac{1}{800000}$ », s'étendant vers le Sud

jusqu'au 30e degré de latitude; les départements d'Alger et d'Oran sont publiés par MM. *Pomel* et *Pouyanne*, celui de Constantine par M. *Tissot*. Les auteurs ont coordonné leurs observations personnelles et celles de leurs devanciers, qu'ils n'ont pas manqué de mentionner, notamment MM. *Ville*, *Valonne*, *Rocard*, *Georges Rolland*, *Nicaise* et *Badinski*. (Présentée par M. Daubrée.)

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, au nom de M. *F. Lefort*, les manuscrits que M. Biot a laissés sur la Théorie de la Lune, destinée à faire partie de son « Traité d'Astronomie », et communique à l'Académie la lettre où le savant Ingénieur donne des détails sur les circonstances dans lesquelles ont été composés les manuscrits qui lui ont été remis par M. Biot.

« La publication de la troisième édition du *Traité d'Astronomie physique* par J.-B. Biot n'a pas été achevée : cinq Volumes seulement ont paru du vivant de l'auteur, de 1841 à 1857, et ils ne comprennent pas la théorie de la Lune. D'après le plan suivi dans les deux premières éditions de l'Ouvrage, la théorie de la Lune devait venir immédiatement après celle du Soleil. Mais, plus désireux de la perfection et plus sévère pour lui-même, à mesure qu'il avançait en âge, l'auteur n'était pas satisfait du résultat de ses efforts pour l'exposition des mouvements si complexes de la Lune.

» La revision de l'œuvre de 1811, telle qu'il l'avait conçue et entreprise, constituait un labeur immense. Elle l'avait conduit à s'assimiler tous les travaux qui avaient eu la Lune pour objet, depuis Hipparque et Ptolémée jusqu'à MM. Hansen et Delaunay, en passant par Tycho Brahe, Kepler, Newton, Maclaurin, Euler, Lagrange et Laplace. Les Mémoires sur cette matière, qu'il avait insérés lui-même dans les publications académiques, devaient entrer par extraits dans le nouveau cadre. Tous les Chapitres de la théorie de la Lune furent ainsi rédigés, et plusieurs sous des formes différentes.

» Cependant, fatigué, découragé, le respectable vieillard, auquel j'étais uni par des liens de famille, me confia son chagrin de ne pouvoir mener à bonne fin la troisième édition de son Traité, et m'exprima le regret d'avoir embrassé une œuvre qui excédait ses forces. Il faisait, peut-être, trop bon marché de la vigueur intellectuelle et de la puissance de travail qui lui restaient encore. La vérité est que, ses goûts littéraires et scientifiques l'entraînaient alors d'un autre côté. Je lui fis observer que la rédaction de la théorie des Planètes était à très peu près entière; qu'en bonne logique les Planètes devaient précéder les Satellites; que rien ne s'opposait donc à l'impression de la théorie des Planètes, et que, pendant qu'elle s'effectuerait, il aurait le loisir de perfectionner la théorie de la Lune. M. Biot se laissa facilement persuader; il mit pour seule condition à son consentement que je me chargerais de la revision des épreuves. C'est ainsi qu'a pû paraître, en 1857, le cinquième Volume de la troisième édition.

» Je me faisais peu d'illusions sur le sort de la théorie de la Lune; il était évident, pour moi, que l'auteur ne voulait plus s'en occuper. Pour assurer sa tranquillité d'esprit

et ménager les intérêts de l'imprimeur-libraire avec lequel il avait traité, je préparai, à titre de transaction, un acte qui fut signé dans cette même année 1857, et qui les déchargeait à l'avenir, l'un et l'autre, de toutes les obligations actives qu'ils avaient contractées pour l'achèvement complet de l'Ouvrage. L'esprit en paix de ce côté, M. Biot me remit bientôt tous ses éléments de rédaction et toutes ses feuilles de calculs, relatifs à la théorie de la Lune, me laissant libre de disposer de son travail comme je l'entendrais. Ce don et cette faculté furent confirmés quelques années après, en même temps qu'étendus, par des dispositions testamentaires que j'ai mentionnées en tête des Études sur l'Astronomie indienne et sur l'Astronomie chinoise, qui ont paru en 1862, et dont j'avais poursuivi l'impression commencée du vivant de l'auteur.

» Malgré tout l'intérêt que j'attachais à la publication de la théorie de la Lune, qui devait compléter un Ouvrage dont le double, à ma connaissance, n'existe ni en France ni à l'étranger, je n'ai pu m'en occuper sérieusement que fort tard. Deux mots suffiront à ma justification : toute ma vie s'est passée dans l'accomplissement de devoirs professionnels qui ne m'ont permis de consacrer à la Science que de bien courts instants. Or, mon premier soin devait être de comprendre l'auteur et de le suppléer, au besoin, sur quelques points. Après avoir enfin achevé le travail d'étude et de mise en ordre du manuscrit, j'ai reconnu que l'impression n'était possible qu'à l'aide d'un large concours du gouvernement. Les démarches que j'ai tentées pour l'obtenir n'ont pas réussi.

» Désireux, cependant, de ne pas laisser entièrement périr le fruit du labeur auquel M. Biot s'était livré, j'ai résolu d'offrir le manuscrit à l'Académie des Sciences, pour la Bibliothèque de l'Institut. J'ai cru opportun de faire plus : mettant à profit les forces qui me restaient et le temps dont mon admission à la retraite me permettait de disposer, j'ai transcrit en entier le manuscrit qui, dans son état brut, ne pouvait être mis utilement entre les mains d'un compositeur d'imprimerie. Cette transcription n'est pas seulement une copie, en sorte que je dois mettre en évidence la responsabilité qu'elle fait peser sur moi.

» La rédaction générale est sortie de la plume de M. Biot, son cachet est trop nettement accusé pour qu'on puisse s'y méprendre. Le transcripteur a fait un choix entre diverses rédactions préparées pour un même sujet; il a évité la répétition de développements déjà donnés dans la théorie des planètes; il a placé dans des Notes, aux lieux qui lui ont paru le plus convenables, la substance d'un chapitre spécial où l'auteur avait traduit, en langage analytique moderne, des théorèmes de Newton sur les principales inégalités du mouvement de la Lune; s'imposant un travail devant lequel M. Biot avait reculé avec regret, il a partout exprimé les valeurs angulaires suivant la graduation sexagésimale de la circonférence; en quelques endroits, il a abrégé le discours, fait des points de suture, réduit ou même supprimé des parties textuellement extraites de Mémoires spéciaux, en fournissant au lecteur les moyens de s'y référer; enfin, il a rédigé le Chap. XXII, que l'auteur avait laissé en blanc, et placé diverses Tables à la fin du Volume.

» A défaut de mon respect pour l'auteur, respect que le temps et l'étude n'ont fait qu'augmenter, le sentiment de mon insuffisance m'aurait détourné de toute intervention essentielle dans la composition. J'ai pu, sur quelques points, altérer la forme, mais j'ai religieusement conservé le fond.

» D'après la transcription, la théorie de la Lune remplirait 27 à 28 feuilles du format in-8°.

» Je joindrais volontiers la transcription au manuscrit original, si l'on se décidait un jour à entreprendre la publication. »

» Le manuscrit de M. Biot sera déposé à la Bibliothèque de l'Institut. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (16) Psyché, faites avec l'équatorial coudé* par M. **Périgaud**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1883.	Étoiles.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Correction de l'éphéméride(1).	Déclinaison apparente.	Correction de l'éphéméride(1).	Nombre de compar.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 7......	*a*	9.39.13	14.32. 6,47	+1,18	−10.33.15,3	− 9,7	2
9......	*b*	10. 9.57	14.30.31,65	+0,82	−10.25.29,6	−10,8	4
12......	*c*	9.25.25	14.28.15,91	+1,18	−10.14.26,3	− 9,7	5
15......	*d*	9. 0.58	14.26. 3,10	+0,81	−10. 3.55,5	−10,7	4
16......	*e*	9.12.49	14.25.19,46	+0,81	−10. 0.30,0	−10,3	5

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a 26882 L.9....	14.39.59,09	+3,17	−10.35.51,1	−10,1	2 obs. mér.
b 26506 L.9....	14.25.54,57	+3,16	−10.25. 2,0	−11,0	2 obs. mér.
c 26506 L.9....	14.25.54,57	+3,16	−10.25. 2,0	−11,0	Id.
d 26437 L.8....	14.23.14,89	+3,17	−10. 2.38,0	−11,0	3 obs. mér.
e 26437 L.8 ...	14.23.14,89	+3,17	−10. 2.38,0	−11,0	Id.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« **1.** Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 18 avril 1881, j'ai fait voir qu'on peut toujours construire une fonction fuchsienne $F(z)$ qui peut prendre toutes les valeurs possibles, excepté n valeurs données $a_1, a_2, \ldots, a_n$ qui sont toutes situées sur un même cercle (je supposerai, par exemple, que le module de ces n quantités soit égal à 1). Il est très important de déterminer effectivement cette fonction et de savoir calculer, avec une approximation indéfinie, les coefficients de son groupe G, puisque c'est là la première opération qu'on doit faire quand on veut inté-

(1) *Jahrbuch* de Berlin.

grer une équation linéaire. Voici un moyen d'arriver à ce résultat. Supposons le problème résolu.

» La fonction $F(z)$ donne la représentation conforme sur un cercle d'un certain polygone curviligne R_0, et l'intérieur du cercle fondamental se trouve divisé en une infinité de polygones R_0, R_1, ..., tous congruents ou symétriques à R_0. Réunissons un certain nombre de polygones R_0, R_1, ..., R_p pour former un polygone total S. Il y aura une fonction fuchsienne $\varphi(z)$ qui donnera la représentation conforme de S sur un cercle; son groupe sera contenu dans G, et nous aurons identiquement

$$F = H(\varphi),$$

H étant l'algorithme d'une fonction rationnelle. Il est d'ailleurs aisé de calculer les coefficients de H quand on connaît les nombres a_1, a_2, ..., a_n, et la disposition relative des polygones R_0, R_1, ..., R_p. On peut donc calculer φ en fonction de P.

» On peut prendre S assez grand pour que le cercle concentrique au cercle fondamental, et qui a pour rayon $1 - \alpha$, soit tout entier à l'intérieur de S. On a alors

$$\operatorname{mod} \frac{z}{1-\alpha} > \operatorname{mod} \varphi > \operatorname{mod} z,$$

d'où

$$\lim \operatorname{mod} \varphi = \operatorname{mod} z \quad (\text{pour } \alpha = 0).$$

» Soient z_1, z_2, ..., z_q les transformées de o par diverses substitutions de G; nous pourrons calculer par ce procédé $\operatorname{mod} z_1$, $\operatorname{mod} z_2$, ..., $\operatorname{mod} z_q$, ce qui suffit pour déterminer G.

» 2. Soit y une intégrale d'une équation linéaire à coefficients rationnels en x. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 8 août 1881, j'ai fait voir que l'on peut trouver une fonction fuchsienne $F(z)$ telle qu'en substituant $F(z)$ à la place de x, y devienne fonction uniforme de z. Mais il y a une infinité de manières d'obtenir le même résultat, ainsi que le prouvent les travaux ultérieurs de M. Klein et les miens. Ainsi l'on peut trouver une fonction fuchsienne $\varphi(t)$ plus simple que $F(z)$, et telle qu'en substituant $\varphi(t)$ à la place de x, y devienne une fonction uniforme de t. On aura d'ailleurs

$$t = \psi(z),$$

$\psi(z)$ étant une fonction uniforme de z, qui demeure inaltérée par un

groupe g formé d'une infinité de substitutions linéaires

$$\left(z, \frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}\right).$$

» Voici un moyen de former t en fonction de z et de démontrer, en même temps, au moins dans la grande majorité des cas, l'existence de la fonction $\varphi(t)$. Nous aurons

$$\log \operatorname{mod} t = \sum_i \log \operatorname{mod} \frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}$$

et

(2) $$\log \operatorname{mod} t = \lim u_n = \sum_{n=0}^{n=\infty} (u_n - u_{n-1}).$$

Voici ce que c'est que u_n. Supposons que $C_1, C_2, \ldots, C_n$ soient des contours s'enveloppant mutuellement et intérieurs au cercle fondamental, u_n sera la partie réelle d'une fonction φ_n dont la partie réelle est nulle le long de C_n, et qui reste finie à l'intérieur de ce contour, excepté aux points où $\alpha_i z + \beta_i = 0$, et où la différence $\varphi_n - \log \frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}$ reste finie.

» Sauf dans certains cas exceptionnels, on peut démontrer la convergence des séries (1) et (2).

» 3. Les mêmes principes et le beau théorème de M. Schwarz (*Monatsberichte*, octobre 1870) permettent de démontrer la proposition suivante, qui peut présenter quelque intérêt à cause de sa généralité :

» *Soit $y = f(x)$ une fonction non uniforme de x, d'ailleurs quelconque. On peut toujours trouver une variable z, telle que l'on ait*

$$y = \varphi(z), \quad x = \psi(z),$$

φ et ψ étant deux fonctions uniformes de z, n'existant qu'à l'intérieur d'un cercle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des intégrales eulériennes.* Note de M. **Bourguet**, présentée par M. Hermite.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait voir que $P(a) = 0$ a une racine réelle dans le voisinage de chaque pôle, excepté les pôles 0, -1, -2, -3, -4.

» Cette même équation a-t-elle des racines imaginaires?

» Pour répondre à cette question, prenons l'intégrale

$$\int \frac{P'(z)}{P(z)} dz.$$

» Sur un cercle $z = \rho e^{i\omega}$ de rayon ρ, on aura l'expression

$$-i \int_0^{2\pi} \frac{1 - \frac{z^2}{(z+1)^2} + \frac{1}{1.2} \frac{z^2}{(z+2)^2} - \ldots}{1 - \frac{z}{z+1} + \frac{1}{1.2} \frac{z}{z+2} - \ldots} d\omega.$$

» On voit que, si ρ est très grand et si le cercle d'interprétation ne passe par aucun pôle, le numérateur et le dénominateur ont pour limite commune $\frac{1}{e}$. Donc l'intégrale

$$\int \frac{P'(z)}{P(z)} dz$$

a pour limite $-2i\pi$; et la différence entre le nombre des racines et le nombre des pôles à l'intérieur de ce cercle est -1. Comme chaque pôle, à partir de -5, est accompagné de sa racine réelle, il en résulte que le nombre des racines imaginaires est au plus égal à 4.

» Cherchons encore les racines de

$$-h + P(z) = 0.$$

» Les racines réelles de cette équation seront données par l'intersection de la droite

$$y - h = 0$$

et de la courbe

$$y - P(x') = 0.$$

» Si la droite est suffisamment élevée, elle coupera toutes les branches de la courbe $y - P(x) = 0$, situées du même côté que la droite par rapport à l'axe des x. D'ailleurs l'intégrale

$$\int \frac{-P'(z)}{-h + P(z)} dz,$$

le long d'un cercle très grand, égale 0; donc le nombre des racines égale le nombre des pôles, et toutes les racines seront réelles.

» Quand la droite, en s'abaissant, tend à se confondre avec l'axe des x, le point de rencontre de la droite et de la branche qui s'étend vers l'infini

positif des x s'éloigne indéfiniment, ce qui explique pourquoi le nombre des pôles surpasse le nombre des racines de 1 dans $P(z)$.

» Je vais m'occuper à présent : 1° de la détermination des limites entre lesquelles sont comprises les racines réelles de $P(z) = 0$; 2° de la détermination de leur valeur exacte.

» Soit $-2n-1-\xi$ une racine de $P(z)=0$; de sorte qu'on ait

$$0 = \frac{1}{2n+1+\xi} - \frac{1}{2n+\xi} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{2n-1+\xi} - \ldots - \frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi} + \ldots.$$

Le rapport d'un terme de rang k au précédent sera

$$\frac{1}{k}\frac{2n+1-k+1+\xi}{2n+1-k+\xi} = \frac{1}{k}\left(1+\frac{1}{2n+1-k+\xi}\right);$$

on voit par là que, à part le premier terme et le terme $\frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi}$, tous les autres vont en diminuant.

» Nous avons donc les inégalités

$$0 < \frac{1}{2n+1+\xi} - \frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi},$$

$$0 > \frac{1}{2n+1+\xi} - \frac{1}{2n+\xi} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{2n-1+\xi}$$
$$- \frac{1}{1.2.3}\frac{1}{2n-2+\xi} - \frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi},$$

ou, à plus forte raison,

$$0 > \frac{1}{(2n+1+\xi)(2n+\xi)} + \frac{1}{6}\frac{4n-5+2\xi}{(2n+1+\xi)(2n+\xi)} - \frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi}$$

ou bien

$$0 > \frac{2n-11+2\xi}{6(2n+1+\xi)(2n+\xi)} - \frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi},$$

$$0 > \frac{4n-12}{6(2n+2)(2n+1)} - \frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi}.$$

» De là, on tire pour ξ les deux limites

$$\xi > \frac{1}{1.2\ldots 2n} \quad \text{et} \quad \xi < \frac{(n+1)}{n-\frac{3}{2}}\frac{1}{1.2\ldots 2n},$$

et pour des valeurs un peu grandes de n

$$\xi < \frac{3}{1.2\ldots 2n};$$

» Pour calculer les racines, nous avons la relation

$$o = -\frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi} + \frac{1}{2n+1+\xi} - \frac{1}{2n+\xi} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{2n-1+\xi} - \ldots$$

» Or, ξ étant très petit, on peut développer suivant les puissances de ξ et écrire

$$\begin{aligned}\frac{1}{1.2\ldots 2n+1}\frac{1}{\xi} = \frac{1}{2n+1} - \frac{1}{2n} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{2n-1} - \ldots \\ - \xi\left[\frac{1}{(2n+1)^2} - \frac{1}{4n^2} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{(2n-1)^2} + \ldots\right] \\ + \xi^2\left[\frac{1}{(2n+1)^3} - \frac{1}{8n^3} + \ldots\right].\end{aligned}$$

» Il en résulte qu'en posant

$$\frac{1}{1.2\ldots 2n+1} = \xi\left(\frac{1}{2n+1} - \frac{1}{2n} + \frac{1}{1.2}\frac{1}{2n-1} - \ldots\right)$$

on commet sur ξ une erreur de l'ordre de son carré.

» On trouve, en appliquant cette formule, que la valeur de ξ qui suit le cinquième pôle égale $\frac{1}{q}$ à $\frac{1}{100}$ près.

» Ce que je viens de dire pour les racines qui suivent les pôles impairs s'applique aux racines qui précèdent les pôles pairs. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Lois des identités entre les réduites des fractions périodiques des deux modes* (¹). Note de M. E. DE JONQUIÈRES.

« X. Ici se placent deux définitions nécessaires.

» Si d (qu'à moins d'avis contraire je supposerai *impair*, afin d'abréger le discours) a reçu une valeur particulière d_1, et si l'on exprime a en fonction de d_1 par la formule $a = \lambda d_1 \pm \varepsilon$ $\left[\lambda\right.$ et ε étant des entiers positifs $\left(\varepsilon < \frac{d_1}{2}\right)$ et λ demeurant indéterminé$\left.\right]$, les familles, en nombre infini, que définit la formule $E = \overline{an}^2 + d_1 n$ se trouvent subdivisées en $2\varepsilon = d_1 - 1$ *genres*, dont chacun comprend une infinité de familles ayant la même souche et un caractère commun. La valeur $\varepsilon = 0$ est écartée, parce que d_1 divise alors exactement a, et l'on n'a plus qu'une période *binaire*, identique dans les deux modes; à cette valeur $\varepsilon = 0$ correspond le $d_1^{\text{ième}}$ genre.

» Cela posé, on a ce théorème :

» THÉORÈME XXII. — *La période d'un groupe* (E_r) [*d'indice r et faisant*

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 14 mai 1883, p. 1420.

partie des groupes (E_d)] *est uniforme pour toutes les familles appartenant à un même genre. Elle se compose de* δ *séquences de termes, séparées l'une de l'autre par un terme où* K *entre comme facteur, savoir* $2aK + j$ *si* d_1, *premier avec* a, *est impair, et* $8aK + j$ *s'il est pair.*

» j (nombre entier $< 2a$) *reste, en général, constant dans tous les termes semblables d'un même groupe. Dans l'un* (E_0) *de ces groupes, la valeur constante de* j, *quelle que soit la famille* (E), *est* -1. *Dans tous les autres groupes* (E_d), j *est positif et peut être nul* (1).

» J'appellerai désormais *termes algébriques* ces termes $2aK + j$ (ou $8aK + j$), et *termes génériques* d'autres termes, dont il y en a *un* dans chaque séquence, qui contiennent le facteur λ, mais non pas le facteur K, et dont il sera bientôt parlé (XIII). Le terme final $2an$ est algébrique aussi.

» XI. Théorème XXIII. — *Dans chaque séquence, les termes successifs* (numérique et générique) *sont les quotients obtenus en cherchant le plus grand commun diviseur entre le nombre* $2aKd_1^2$ *et un autre nombre entier, de la forme* AK, *qui se présente dans l'opération de la réduction de* $\sqrt{E_1}$ *en fraction continue, et où le facteur* A *a une valeur particulière pour chaque séquence* (XII). *Les séquences également distantes des extrêmes sont, deux à deux, inverses l'une de l'autre.*

» *Le nombre des séquences est impair toutes les fois que le terme central de la période n'est pas un terme algébrique. Dans le groupe* (E_1), *il est toujours égal à* 2.

» XII. Le nombre A (XI) a pour valeur $d_1(2al + 1)$, l ayant l'une des valeurs $0, 1, 2, \ldots, (d-1)$ si d_1 est impair, et $0, 1, 2, \ldots, \left(\frac{d}{2} - 1\right)$ s'il est pair. La somme de deux nombres A également distants du centre de la période est constante et égale à $2d_1(ad_1 + 1)$.

» XIII. Théorème XXIV. — *Le premier et l'avant-dernier terme de la période* (symétriquement placés par rapport au terme central), *ainsi que l'un des termes* (toujours de rang impair) *de chaque séquence, sont des termes* génériques, *où entre* λ. *Ceux-là sont, l'un et l'autre, égaux à* $2\lambda \pm \frac{2\varepsilon}{d_1}$, *donc à* 2λ *si* $a = \lambda d_1 + \varepsilon$, *et à* $2\lambda - 1$ *si* $a = \lambda d_1 - \varepsilon$. *Les autres, qui occu-*

---

(1) L'expression générale de j est $2\lambda i' + \frac{2\varepsilon i' - \mu}{d_1}$. Dans cette expression, i' est le nombre défini au paragraphe VI, auquel on donne la valeur propre au groupe (E_d) dont on s'occupe; μ est un nombre entier $< d_1 - 1$ et qui peut être nul. Dans le groupe (E_0), μ prend successivement toutes les valeurs $0, 1, 2, \ldots, d-1$, mais non pas dans l'ordre de la numération.

pent souvent (mais non pas nécessairement) *le centre de leurs séquences respectives, sont égaux, tantôt à* 2λ, *tantôt à* $2\lambda - 1$, *dans le premier cas, et à* $2\lambda - 1$ *ou* $2(\lambda - 1)$ *dans le second. Le terme central de la période, s'il n'est pas un terme* algébrique, *comme dans le groupe* (E_1), *ou égal à* $2ad_1$, *comme dans le groupe* (E_2), *et d'autres encore, est un terme* générique, *égal à* 2λ *dans le premier cas et à* $2(\lambda - 1)$ *dans le second cas.*

» Nous verrons ci-après que le nombre et la place des coïncidences des réduites sont intimement liés à ceux des termes algébriques et génériques.

» Si λ n'est pas supérieur à 1, le terme générique manque dans celles des séquences où il est égal à $2(\lambda - 1)$, donc parfois dans la médiane, où il se peut qu'il soit remplacé par un terme algébrique, comme cela arrive *toujours* pour le groupe (E_1), ou par $2ad_1$, comme dans le groupe (E_2).

» XIV. Outre les groupes (E_1), (E_2), il convient de citer particulièrement, à cause de ses propriétés remarquables, le groupe défini par la condition $i' = 0$, d'où $n = Kd^2$. Je le désignerai par la notation (E_0) (¹).

» Théorème XXV. — *La période du groupe* (E_0) *possède, outre le terme final algébrique,* $d_1 - 1$ *termes* algébriques *égaux à* $2aK - 1$ *si* d_1 *est impair, et* $\frac{d_1}{2} - 1$ *égaux à* $8aK - 1$ *si* d_1 *est pair* (²). *Il possède, en outre,* d_1 *termes* génériques. *Cette période, plus longue que celles des autres groupes* (E_d), *se compose de* $S + d_1$, *ou de* $S + \frac{d_1}{2}$ *termes* (numériques, algébriques et génériques), *selon l'imparité ou la parité de* d_1, S *exprimant la somme des nombres de termes des* d_1 $\left(ou\ \frac{d_1}{2},\ selon\ le\ cas\right)$ *séquences qu'elle contient.*

» $S + d_1$ *est double d'un impair.* — Il n'est égal à un multiple de 4 que si λ est égal à l'unité, cas singulier où le nombre des termes génériques se réduit de $d_1 - 1$ à $d_1 - x$.

» XV. Avant d'entamer la dernière partie de mon sujet, il est utile d'éclaircir par un exemple ce qui vient d'être dit.

» Considérons la forme $E = \overline{an}^2 + 5n$, définie par $d_1 = 5$. Il y a quatre *genres* distincts, qui correspondent à $a = 5\lambda + 1, 5\lambda + 2, 5\lambda - 1, 5\lambda - 2$.

» J'écarte le cinquième genre $a = 5\lambda + 0$, parce que, d_1 divisant alors

---

(¹) C'est le groupe que j'ai appelé (E_k) dans ma dernière *Communication;* mais la notation (E_0) est plus méthodique et doit être adoptée.

(²) Dans ce groupe $i' = 0$; donc j se réduit à $-\frac{\mu}{d_1}$, c'est-à-dire à -1, puisqu'il faut prendre pour quotient le nombre entier en dessous de sa valeur exacte.

exactement a et $2a$, la période devient binaire et identique dans les deux modes. (*Voir* ma *Communication* du 26 février.)

» Les périodes respectives des nombres appartenant à l'infinité des familles comprises dans chacun de ces quatre genres sont, en suivant l'ordre où ils ont été écrits plus haut,

$$\left.\begin{array}{l} 2\lambda,\ 2,\ \mathbf{2},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 1,\ 1,\ 1,\ \mathbf{1},\ (2\lambda-1),\ 1,\ \mathbf{4},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 1,\ \mathbf{4} \\ 2\lambda,\ 1,\ \mathbf{4},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 1,\ \mathbf{4},\ 2\lambda,\ 1,\ 1,\ 1,\ \mathbf{1},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 2,\ \mathbf{2} \end{array}\right\}\ 2\lambda = \text{terme central, etc.,}$$

$$\left.\begin{array}{l} (2\lambda-1),\ 1,\ 1,\ 1,\ \mathbf{1},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 2,\ \mathbf{2},\ (2\lambda-1),\ 4,\ \mathbf{1},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 4,\ \mathbf{1} \\ (2\lambda-1),\ 4,\ \mathbf{1},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 4,\ \mathbf{1},\ 2(\lambda-1),\ 2,\ \mathbf{2},\ (2a\mathrm{K}-1),\ 1,\ 1,\ 1,\ \mathbf{1} \end{array}\right\}\ 2(\lambda-1) = \text{terme central, etc.}$$

» La période comprend donc trente termes dans chacun des quatre genres, et l'on y remarque l'application des règles énoncées plus haut. Certains termes génériques manquent dans les deux derniers si $\lambda = 1$; c'est le cas de la famille $\overline{4n}^2 + 5n$, où le groupe (E_0) n'a que vingt-huit termes, et de la famille $\overline{3n}^2 + 5n$, où le groupe (E_0) n'a que vingt-quatre termes, car la disparition d'un terme générique entraîne aussi celle d'un terme numérique, à cause de l'imparité nécessaire qui doit subsister dans le nombre des termes de chaque séquence dont ce terme générique faisait partie.

» *Nota.* — Les nombres indiqués en plus gros caractères, dans chaque période ci-dessus, marquent la place des coïncidences des réduites dont il sera question dans ma prochaine *Note*. On retrouve les mêmes, symétriquement placées, dans la deuxième branche de la période (qui n'a pas été écrite), et il y en a deux autres sur les deux derniers termes de chaque période. »

PHYSIQUE. — *Sur la résistance de l'air dans les mouvements oscillatoires très lents.* Note de M. **J.-B. Baille**, présentée par M. Cornu.

« Dans une Note que M. Cornu et moi avons eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, 4 mars 1878), nous avons montré que, dans les mouvements lents, comme ceux du levier de la balance de torsion, la résistance de l'air était proportionnelle à la vitesse du mobile.

» J'ai été amené, depuis lors, à étudier les variations de cette résistance de l'air avec la forme et les dimensions du mobile, et aussi avec la pression et la température de l'air au milieu duquel se faisait le mouvement.

» Je suspendais au levier de la balance de torsion différents mobiles, et

j'observais le *décrément logarithmique* α, qui est proportionnel au moment de la résistance de l'air H. En appelant μ le moment d'inertie du système oscillant et K le couple de torsion du fil qui produit les oscillations de période T, la loi du mouvement est

$$\mu \frac{d^2\omega}{dt^2} + \mathrm{H}\frac{d\omega}{dt} + \mathrm{K}\omega = 0 \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \omega = \mathrm{A}e^{-\alpha t}\sin 2\pi \dfrac{t-t_0}{\mathrm{T}}, \\ \mathrm{H} = 2\mu\alpha, \quad \dfrac{2\pi}{\mathrm{T}} = \sqrt{\dfrac{\mathrm{K}}{\mu} - \alpha^2}. \end{cases}$$

» Par la comparaison d'un très grand nombre de valeurs de α et de H, j'ai été conduit à vérifier les lois expérimentales suivantes :

» 1° La résistance qu'un gaz oppose au mouvement, évaluée par unité de surface, diminue à mesure qu'on augmente la surface normale à la direction du mouvement et la longueur du corps parallèle à cette direction.

» 2° Les dimensions de la cage, dans lesquelles se fait le mouvement, ont une très grande influence sur la valeur absolue de la résistance de l'air. Cette résistance varie en raison inverse de la puissance $\frac{3}{2}$ des dimensions de la cage; mais le coefficient de proportionnalité n'est le même ni pour toutes les formes, ni pour toutes les parois de la cage.

» 3° La résistance de l'air varie également avec la température et la pression du gaz, et la variation n'est pas due au changement de la densité seule. Ainsi, en amenant la densité de l'air de la cage à une valeur constante, soit par la pression, soit par la température, le nombre exprimant la résistance de l'air n'est pas le même dans les deux cas.

» Dans un Mémoire très important, M. Hirn annonce que la résistance de l'air au mouvement n'est pas une fonction immédiate de la température et qu'elle est seulement proportionnelle à la densité du gaz; puis il conclut que la théorie des gaz, déduite de la Thermodynamique, est contraire aux faits qui résultent de ses formules et de ses expériences.

» M. Hirn me paraît avoir commis une erreur dans l'évaluation du travail de la résistance de l'air. Pour calculer ce travail sur les palettes mobiles dont il se servait, il prenait la différence des pressions sur l'une et l'autre face, supposant ainsi que la pression est uniforme sur toute la surface, c'est-à-dire que le disque se meut dans l'air sans entraîner aucune masse de fluide, comme s'il était dans une gaîne immobile.

» L'expérience, qui remplit les conditions du calcul, est différente de celle que M. Hirn a faite. Elle consisterait à mesurer la résistance de l'air sur un piston mobile dans un tube indéfini. Mais, dans ce cas, la formule

de M. Hirn se réduit à la formule connue : *la vitesse du son est proportionnelle à la racine carrée du binôme de dilatation*, car, dans ce cas, la vitesse du son est proportionnelle à la résistance que l'on oppose au mouvement du piston.

» Les objections que M. Hirn fait à la Thermodynamique ne me paraissent donc pas fondées ; et, dans les observations très précises que j'ai faites pour vérifier les lois énoncées plus haut, j'ai trouvé des résultats différents de ceux qu'avait énoncés M. Hirn.

» Le Tableau suivant indique les moments H exprimés en unités C.G.S. de la résistance de l'air sur un disque de $0^m,05$ de diamètre, placé à $0^m,25$ de l'axe d'oscillation ; l'autre colonne porte la densité correspondante de l'air. Les pressions sont évaluées en centimètres de mercure.

Pression.	Densité à 18°.	H.	Densité à 100°.	H.
c	gr		gr	
119	0,001900	32,36	0,001482	37,300
97	1548	28,02	1208	32,04
75	1197	24,32	934	25,00
53	0846	23,06	660	24,39
31	0495	20,06	386	20,30 »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la déformation des électrodes polarisées*. Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« Les expériences que je vais décrire mettent en évidence un effet mécanique produit par la polarisation sur les électrodes solides, qu'on doit peut-être rapprocher de la variation de la constante capillaire du mercure, découverte par M. Lippmann. Ce phénomène consiste en une flexion que subissent les électrodes en se polarisant, lorsqu'elles sont formées d'une lame métallique mince, protégée sur une de ses faces par une couche très légère d'un vernis isolant.

» Cette déformation a été étudiée par deux méthodes un peu différentes, que je vais décrire en prenant pour exemple des expériences faites avec l'or et une solution saturée de sulfate de cuivre contenant un peu d'acide sulfurique.

» 1° Dans un ruban d'or laminé de $0^{mm},015$ d'épaisseur, on découpe une bande de 2^{mm} de largeur, terminée en pointe effilée, qui est ensuite vernie sur une de ses faces et serrée dans une pince qui laisse libre son extrémité sur une longueur de $0^m,06$. Cette extrémité est placée ver-

ticalement et entièrement immergée dans la solution contenue dans une auge à faces parallèles; la pointe est visée avec un microscope. Cette bande est reliée au pôle positif d'un élément Daniell; l'autre électrode est de cuivre et reliée au pôle négatif.

» Dans ces conditions, la lame d'or est polarisée sans qu'il y ait électrolyse persistante et sans aucune bulle de gaz. La pointe occupe, dans le champ du microscope, une position déterminée. On ouvre le circuit : la pointe se déplace graduellement, en même temps que la polarisation diminue par déperdition. On le referme : la pointe revient aussitôt à sa position primitive. On ouvre le circuit et en même temps on joint les deux électrodes par un fil métallique; la pointe saute brusquement à une autre position, où elle demeure. Le sens du déplacement montre que la lame s'est courbée du côté non verni; sa valeur absolue est de $0^{mm},1$ et sa grandeur apparente de $0^{m},02$ environ. En rétablissant le circuit comme au début, la pointe revient à sa première position, et les mêmes phénomènes peuvent être reproduits indéfiniment. Les déplacements sont subits; ils commencent au moment même où le contact s'établit et s'achèvent en moins d'une seconde, sans aucune oscillation. Si l'on introduit dans le circuit une grande résistance (10000^{ohms}), les déplacements deviennent un peu plus lents; ils atteignent en 10 secondes environ les trois quarts de leur valeur primitive.

» 2° Dans la même feuille d'or, on découpe un ruban large de $1^{mm},5$ et long de $0^{m},60$, qui est verni sur une de ses faces, et enroulé de manière à former une hélice de 4^{mm} de diamètre. Cette hélice est placée verticalement dans une éprouvette pleine de la solution; son extrémité inférieure est fixée au fond par un lest, et un fil d'or vient s'y joindre pour amener le courant; son extrémité supérieure est soutenue par un fil métallique très fin et porte un petit miroir qui envoie une image sur une échelle divisée.

» On répète avec cet appareil les mêmes expériences qu'avec le précédent, ici la flexion de la lame fait tordre ou détordre l'hélice, suivant que le côté verni est à l'extérieur ou à l'intérieur. Quand la polarisation change brusquement, on voit l'image lancée à une grande distance décrire quelques oscillations rapides et se fixer à la nouvelle position d'équilibre. Son déplacement angulaire est d'environ 5° dans les conditions précédemment décrites; il concorde bien, pour le sens et la grandeur, avec les résultats de l'expérience précédente. Mais l'introduction d'une grande résistance dans le circuit ralentit davantage le phénomène, la surface de l'électrode étant ici bien plus grande.

» Enfin, soit avec cet appareil, soit avec le premier, on n'a plus de déplacements brusques si l'on a fait déposer sur la feuille d'or une très petite quantité de cuivre. Dès que le cuivre est dissous, l'électrode se polarise, il se produit une déformation rapide, et l'appareil fonctionne comme auparavant. Cette expérience doit être faite avec une résistance de quelques centaines d'ohms, sans quoi le dépôt galvanique causerait des déformations d'un autre genre, assez rapides pour compliquer le phénomène.

» Les déformations accompagnant la polarisation ont été constatées dans l'eau acidulée et diverses solutions avec l'or et le platine pour la polarisation positive, et avec ces métaux et l'argent, le cuivre, le laiton, le plomb et l'étain pour la polarisation négative. Elles varient, suivant les cas, de sens et de grandeur dans des limites très étendues. L'or, polarisé positivement dans l'azotate de manganèse, donne d'énormes déformations, au moins 200 fois plus grandes que celles qu'on vient d'indiquer (1).

» Enfin il est nécessaire de signaler des déformations d'un autre genre, qui se produisent lorsqu'il y a dépôt de métal sur l'électrode, ou attaque d'un dépôt déjà formé. Celles-ci sont graduelles, croissent jusqu'à des limites très étendues, et sont très rapides quand le circuit est peu résistant (plusieurs degrés de torsion par seconde au début, avec un élément daniell et l'hélice en or qui a été décrite plus haut). Ces flexions sont dues évidemment à l'action mécanique des dépôts galvaniques, étudiée déjà par d'autres méthodes (2). Il est particulièrement intéressant d'examiner comment elles se raccordent à celles que produit la polarisation seule, c'est-à-dire d'étudier la période transitoire pendant laquelle le dépôt commence à se former, ou bien achève de disparaître. »

---

(1) La petite lame d'or de la première expérience est polarisée positivement pendant quelques heures dans une solution concentrée d'azotate de manganèse, au moyen d'un élément daniell, l'autre électrode étant de platine. Au bout de ce temps, on constate que la lame, primitivement droite, s'est courbée considérablement du côté non verni. On ouvre le circuit et l'on joint les deux électrodes par un fil métallique; la lame se redresse aussitôt et s'infléchit en sens contraire.

Le déplacement se fait en quelques secondes, il est d'environ $0^{m},02$ à la pointe, soit un tiers de la longueur de la lame. En répétant l'expérience plusieurs fois à court intervalle, les déformations diminuent, et l'appareil ne reprend sa sensibilité qu'après quelques heures de polarisation. Il se fait un dépôt de bioxyde de manganèse sur la lame d'or.

(2) Bouty, *Sur la contraction des dépôts galvaniques* (*Journal de Physique*, t. X, p. 241).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'interférence électrodynamique des courants alternants.* Note de M. A. OBERBECK.

« Dans les *Comptes rendus* (séance du 15 janvier 1883), M. Brillouin propose plusieurs méthodes pour déterminer l'ohm, qui reposent toutes sur l'application du principe suivant :

» *L'action électrodynamique mutuelle de deux courants alternants (vibrations électriques) dépend non seulement du produit des amplitudes, mais aussi de la différence de phase des vibrations, et devient zéro pour la différence de phase* $\frac{\pi}{2}$.

» C'est de cette proposition importante que je me suis occupé le premier depuis deux années.

» J'ai publié, sur ce sujet, plusieurs Mémoires ([1]) que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, Mémoires qui semblent être restés inconnus à M. Brillouin. J'ai proposé, pour le principe mentionné qui montre une certaine analogie avec les phénomènes d'interférence optique, la dénomination qui forme le titre de cette Note.

» Dans les Mémoires cités, j'ai donné plusieurs moyens pour réaliser l'interférence électrodynamique, j'ai exposé la théorie générale de ce phénomène et j'ai appliqué cette théorie à un grand nombre de cas spéciaux, par exemple à la méthode du pont de Wheatstone.

» Les conditions d'interférence complète se distinguent, en général, par une forme remarquable. Au lieu de donner seulement une équation entre les rapports de résistances (cas du zéro pour le pont de Wheatstone et les courants constants), elles présentent ordinairement entre les grandeurs dont il s'agit : coefficients d'induction de bobines, capacités de condensateurs, résistances, temps, etc., une liaison qui correspond directement aux dimensions de ces grandeurs. Dans mon premier Mémoire j'en ai donné plusieurs exemples.

» Il va sans dire qu'on peut appliquer ces relations à des mesures absolues, par exemple à la détermination de l'ohm.

» M. Brillouin propose, pour ce but, un arrangement assez compliqué.

([1]) *Monatsberichte der Berliner Akademie*, p. 125-131, et p. 1065-1074, 1882; WIEDEMANN, *Annalen der Physik*, t. XVII, p. 816-841, et p. 1040-1042; t. XIX, p. 214-226.

Il s'agit de trois circuits dont le premier agit par induction sur le second, le second encore par induction sur le troisième. J'espère qu'on trouvera des conditions d'expérience plus simples. Mais, en général, je suis d'accord avec M. Brillouin sur ce point que le principe de l'interférence électrodynamique se prêtera très bien à des mesures absolues. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sesquisulfure de phosphore.* Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« J'ai commencé des recherches sur les composés du phosphore et du soufre, en étudiant en premier lieu le sesquisulfure, que M. Lemoine a obtenu avec le phosphore rouge. Comme M. Lemoine n'a pu le préparer à l'aide du phosphore ordinaire, il admet que ce composé pourrait bien renfermer le phosphore sous son état allotropique. Il m'a semblé qu'il y aurait, au point de vue de la théorie, un intérêt sérieux à préparer ce corps à l'aide du phosphore ordinaire.

» La difficulté de ce genre de recherches provient de ce que la combinaison du soufre et du phosphore ordinaire est accompagnée d'une violente explosion, et souvent les composés sont plus inflammables que le phosphore lui-même. J'ai reconnu, en premier lieu, que le phosphore et le soufre dissous dans le sulfure de carbone ne se combinent pas; le mélange des dissolutions ne donne pas de dégagement de chaleur, et, la dissolution étant évaporée dans un courant d'acide carbonique même à 100°, il reste un mélange de soufre et de phosphore auquel le courant gazeux enlève le phosphore, qui se condense en gouttelettes transparentes dans les parties froides de la cornue. De même, le soufre et le phosphore secs, fondus ensemble à 100°, ne se combinent pas : l'expérience montre que c'est seulement à 130° que la combinaison se produit subitement avec une violente explosion.

» Dupré avait proposé [1] d'opérer la réaction au milieu d'un liquide volatil comme le pétrole; la réaction est en effet assez calme : la chaleur dégagée se communique alors au liquide qui est partiellement vaporisé; mais il y a toujours à craindre une certaine influence du liquide. En effet, j'ai ainsi obtenu des composés de soufre et de phosphore, qui étaient colorés en noir par un centième environ de charbon. En outre, ces liquides organiques chauffés dissolvent plus ou moins le soufre et le phos-

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXIII.

phore, et il est difficile d'obtenir un composé répondant exactement à une formule donnée. Or les expériences de M. Lemoine montrent que le phosphore n'agit pas sur les composés sulfurés pour les ramener à l'état de composés plus riches en phosphore. Il importe donc d'obtenir immédiatement une combinaison dans les proportions convenables, d'autant plus que ces composés ont des propriétés assez voisines, et leur séparation pourrait offrir de grandes difficultés.

» Je suis arrivé à de bons résultats en modérant la réaction par l'addition d'un poids de sable blanc double de celui de la matière mise en expérience.

» Dans une cornue tubulée, que traverse un courant d'acide carbonique, j'introduis 313gr de phosphore ordinaire desséché avec soin et 24gr de soufre pulvérisé grossièrement : je fonds le mélange au bain-marie en évitant seulement que les parois de la cornue reposent sur le fond du bain; j'agite à diverses reprises pour rendre le mélange bien intime et je m'assure qu'il ne reste pas de fragments de soufre non fondu. Je fais alors tomber par le tube qui amène l'acide carbonique 110gr de sable fin, placé à l'avance dans un ballon tubulé que traverse le courant gazeux. La cornue continuant à être chauffée à 100°, j'agite vivement, de manière à bien imprégner le sable de liquide, puis à feu nu assez fortement, en continuant toujours le courant gazeux; la combinaison a lieu alors et elle ne se propage que lentement vers les parties centrales; si le mélange est moins intime, la réaction est plus vive, une flamme assez longue est projetée vivement en dehors de la cornue.

» Au début de mes expériences, n'ayant pas pris le soin de placer le sable dans le courant d'acide carbonique, j'ai vu quelquefois la matière prendre feu. Si la proportion de sable est trop forte, la combinaison se fait mal, et une grande partie du phosphore distille sans se combiner au soufre.

» La séparation du sable peut se faire facilement par distillation, car le sesquisulfure bout très régulièrement vers 380°. C'est un corps jaune, solide, cristallin, fondant par l'action de la chaleur en un liquide peu foncé, qui se colore légèrement en rouge par la chaleur, qui ne s'altère pas sensiblement à l'air, s'enflamme vers 100° et brûle lentement, à peu près comme le phosphore rouge, en donnant de l'acide phosphorique et de l'acide sulfureux. L'acide azotique, l'eau régale l'attaquent régulièrement, même à chaud; le chlore en présence de l'eau finit par le transformer en acides phosphorique et sulfurique.

» L'analyse de la matière obtenue directement ou résultant de distilla-

tions fractionnées montre que la substance doit être représentée par la formule Ph^2S^3. Le produit est le même que celui que M. Lemoine a préparé à l'aide du phosphore rouge.

» J'ai déterminé avec soin ses données physiques : sa densité à l'état solide à 11° est 2,00; quand il est bien pur, son point de fusion s'élève à 167°; j'ai bien trouvé 142° comme M. Lemoine, mais pour des produits qui avaient été traités par le sulfure de carbone et qui retenaient une trace inappréciable à l'analyse de ce corps, ou même de sous-sulfure de phosphore; la température d'ébullition est environ de 380°.

» Les difficultés que présente le maniement de ce corps, surtout à haute température, m'ont empêché de déterminer sa densité de vapeur par la méthode de M. Deville, dans la vapeur de soufre bouillant, mais je me suis servi de la méthode de Meier appliquée dans les mêmes conditions. Le réservoir chauffé dans la vapeur de soufre était un ballon de 500^{cc} environ; le col du ballon, courbé à angle droit, recevait le fragment de sulfure pesé; le ballon était rempli d'azote. Quand, le soufre étant en pleine ébullition, la dilatation du gaz était achevée, je faisais tomber le fragment de sulfure de phosphore et je recueillais l'azote qui se dégageait. 477^{mg} de sulfure m'ont fourni dans une expérience 49^{cc} d'azote, saturé d'humidité, à 11°,2 et à la pression de 757^{mm}, ce qui donne 7,90 pour la densité de vapeur : Ph^2S^3 correspondant à 2 volumes de vapeur donnerait 7,62 pour densité théorique. Toutes les causes d'erreur tendant à accroître la densité de vapeur, on peut dire que la densité se rapproche beaucoup de la densité théorique.

» J'ai déterminé la chaleur de formation de ce corps en l'attaquant par l'iode en présence du sulfure de carbone : j'ajoute l'iode solide et le sulfure de phosphore dans un ballon placé dans le calorimètre de M. Berthelot : le ballon est fermé par un bouchon qui laisse passer le thermomètre. En admettant que la formation de PhI^3 dissous dans le sulfure de carbone donne $7^c,2$, j'ai obtenu, pour la formation $Ph^2 + S^3$: $18^c,4$.

» Comme la chaleur dégagée dans le changement du phosphore ordinaire en phosphore rouge est voisine de 20^c, la combinaison du phosphore rouge et du soufre donnant Ph^2S^3 ne devrait pas se faire directement : le composé rentrerait dans le groupe des corps explosibles.

» Dans une expérience, j'ai déterminé la température à laquelle se combinent le soufre et le phosphore rouge; j'ai trouvé 180° : la tension de transformation du phosphore rouge doit être alors assez élevée pour que la

combinaison du soufre et du phosphore ordinaire se produise, le phosphore rouge ne pouvant se combiner au soufre.

» Je me propose de compléter ce travail en reprenant l'étude d'autres sulfures de phosphore, auxquels on a peu ajouté depuis les recherches de Berzélius sur ce sujet. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sels doubles de plomb*. Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

» 1. J'ai décrit dernièrement (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 435) quelques chlorures doubles de plomb et d'ammoniaque, entre autres deux corps en petits cristaux durs que l'on obtenait par la digestion de la litharge dans le sel ammoniac.

» J'ai pris une solution encore plus concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque, soit poids égaux d'eau et de sel, et, chauffant pendant quelques heures, sans aller à l'ébullition, j'ai incorporé peu à peu de la litharge; la solution chaude a été décantée et il s'est déposé le corps cristallisé

$$PbCl.3AzH^4Cl.HO.$$

Ce dernier composé, ainsi que les deux autres que j'ai déjà signalés, obtenus par un procédé analogue, sont détruits par l'eau froide avec formation d'un précipité blanc qui ne disparaît pas à l'ébullition même en présence de beaucoup d'eau. Ce précipité amorphe, séché sur du papier, m'a donné à l'analyse la formule $PbCl.PbO.HO$, tandis que la solution aqueuse, séparée de cet oxychlorure et concentrée, a laissé déposer de petites lamelles micacées très brillantes de la composition suivante :

$$4PbCl.AzH^4Cl.6HO.$$

» 2. J'ai mis dans un tube scellé une petite quantité du sel

$$PbCl.3AzH^4Cl.HO$$

bien pulvérisé et j'ai versé dessus 50^{cc} d'eau environ, puis j'ai chauffé pendant cinq heures au bain d'huile, vers 200°. J'ai ainsi obtenu de belles aiguilles blanches, ressemblant à celles de l'oxychlorure de calcium, exemptes d'ammoniaque et qui constituent l'oxychlorure $PbCl.PbO.HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl	13,86	13,68
Pb	79,09-79,23	79,76

» En versant un peu de l'eau mère du sel $PbCl.3AzH^4Cl.HO$ dans un excès d'eau contenue dans un tube scellé, il s'est fait un précipité blanc; on a chauffé au bain d'huile vers 200° pendant cinq heures : il s'est alors déposé de petites aiguilles fines et brillantes, exemptes d'ammoniaque. L'oxychlorure ainsi formé a pour formule $2PbCl.PbO.2HO$:

	Trouvé.	Calculé.
Cl............	17,11	17,42
Pb............	76,17	76,19

» J'ai également traité en tube scellé, en présence de l'eau, un des sels doubles formés par l'action du chlorure de plomb sur le sel ammoniac, le sel $4PbCl.11AzH^4Cl.7HO$. Il y a dans ce cas simple séparation de chlorure de plomb en fines aiguilles, sans formation d'oxychlorure.

» Il semble résulter de là que les chlorures doubles, préparés par la digestion de la litharge dans une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, contiennent une petite quantité d'oxychlorure, formée probablement d'après l'équation $2PbO + AzH^4Cl = AzH^3 + PbCl.PbOHO$, oxychlorure qui se sépare aisément par l'action de l'eau et qui cristallise sous l'influence de la pression en tube scellé.

» 3. J'ai préparé de la même façon quelques bromures doubles.

» J'ai dissous du bromhydrate d'ammoniaque dans son poids d'eau chauffée sans ébullition, j'ai ajouté peu à peu du bromure de plomb jusqu'à refus et j'ai ainsi obtenu un premier dépôt composé de petits mamelons cristallins qui se ternissent très vite à l'air et dont la composition est

$$7PbBr.6AzH^4Br.7HO.$$

» Après évaporation de l'eau mère, j'ai eu un second dépôt abondant de petites lamelles de la formule $2PbBr.7AzH^4Br.3HO$, et beaucoup moins altérable à l'air.

» En faisant digérer, de la même façon que précédemment, de la litharge dans une solution de bromhydrate d'ammoniaque dans son poids d'eau, j'ai obtenu une croûte cristalline très adhérente aux parois du vase et dont la formule correspond à celle du chlorure décrit au commencement de cette Note; soit $PbBr.3AzH^4Br.HO$.

» Comme le chlorure obtenu dans les mêmes conditions, ce sel est décomposé par l'eau en excès et le précipité formé constitue un oxybromure amorphe qui, séché sur du papier, présente une composition analogue à celle de l'oxychlorure correspondant; soit $2PbBr.2PbO.3HO$.

» 4. On obtient des oxybromures cristallisés en très fines aiguilles et présentant, malgré de petites différences de composition, une formule très voisine de PbBr.PbO.HO, en traitant en tube scellé soit le composé PbBr.3AzH[4]Br.HO, soit en versant un peu de l'eau mère de ce sel dans un excès d'eau contenue dans un tube scellé.

» Ces divers composés ne contiennent pas d'ammoniaque, ils jaunissent d'abord, puis se dissolvent quand on les traite à l'ébullition par la soude caustique.

» Les conditions de leur production donnent lieu aux mêmes remarques que celles que j'ai faites relativement aux oxychlorures cristallisés.

» Au contraire, les bromures doubles obtenus par l'union du bromure de plomb et du bromhydrate d'ammoniaque ne laissent déposer, en tube scellé, que des lamelles de bromure de plomb (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solubilité de la strychnine dans les acides.* Note de MM. **Hanriot** et **Blarez**, présentée par M. Wurtz.

« La strychnine se dissout assez difficilement dans les acides; la solubilité est d'autant plus grande que l'on emploie des acides plus dilués. En réalité, le phénomène est complexe. Lorsqu'on traite une solution concentrée d'un sel neutre de strychnine par un petit excès d'acide, on obtient un précipité; nous l'avons obtenu avec les sulfate, chlorhydrate, azotate, oxalate, tartrate et même acétate de strychnine, additionnés d'une petite quantité des acides correspondants. Lorsque la solution est plus étendue, le précipité se forme difficilement; on accélère sa formation par l'agitation de la liqueur. Du reste, un acide quelconque peut précipiter un sel de strychnine, mais le précipité est moins abondant que lorsqu'on emploie l'acide même du sel, probablement à cause de la formation des deux sels ayant chacun leur solubilité propre.

» Le précipité peut se redissoudre dans un excès d'acide, et la liqueur ainsi obtenue précipite par l'eau lorsqu'on ramène la solution à une dilution plus faible. Nous avons étudié en détail ce qui se passe dans le cas des acides sulfurique et chlorhydrique.

» *Sulfate de strychnine.* — Si à une solution saturée de sulfate de strychnine on ajoute une petite quantité d'acide sulfurique, le liquide se prend

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

en une masse d'aiguilles fines dont la composition répond à la formule du sulfate acide de strychnine déjà décrit. Il a donné à l'analyse les nombres suivants :

SO^4H^2	23,04	22,545
$C^{22}H^{22}Az^2O^2$...	77,59	78,07
	100,630	100,615

» La formule $C^{22}H^{22}Az^2O^2$, SO^4H^2 exigerait

$$SO^4H^2 = 22,07, \quad C^{22}H^{22}Az^2O^2 = 77,92.$$

» La quantité de strychnine qui reste en solution est très petite. A la température de 14°, elle n'est que 1,13 pour 1000.

» *Chlorhydrate de strychnine.* — Le chlorhydrate de strychnine, additionné d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, donne également une masse feutrée d'aiguilles, qui, séchées sur du papier, sont neutres au tournesol et présentent la composition du chlorhydrate neutre :

		Théorie.
HCl	9,02	8,91
$C^{22}H^{22}Az^2O^2$.....	84,40	84,49
$1\frac{1}{2}H^2O$.........	6,95	6,54
		100,17

» Les eaux mères renferment une quantité de sel en solution plus grande que dans le cas du sulfate; la solubilité est 4,13 pour 1000.

» Nous avons toujours trouvé dans nos analyses un total un peu supérieur à 100; cela tient, croyons-nous, à la solubilité admise pour la strychnine, dont nous avons dû tenir compte, et qui serait un peu trop forte.

» Le sulfate acide de strychnine étant très soluble dans l'eau pure, et le précipité formé par l'acide chlorhydrique étant le chlorhydrate neutre, la précipitation ne tient pas à la formation d'un sel acide, mais à l'insolubilité des sels de strychnine dans une liqueur légèrement acide; aussi ces précipités se redissolvent-ils lorsqu'on neutralise la liqueur par quelques gouttes d'ammoniaque. Dans les recherches de strychnine, il y a lieu de tenir compte de cette faible solubilité, et l'on doit toujours étendre suffisamment la liqueur pour ne pas avoir à craindre de laisser une partie de la strychnine à l'état de sel peu soluble.

» Ces phénomènes se produisent, non seulement avec les sels de strychnine, mais encore avec les dérivés nitrés et amidés que l'un de nous a précédemment décrits. Ils expliquent la précipitation du nitrate de dini-

trostrychnine dissous dans un excès d'acide nitrique par une quantité d'eau convenable.

» Nous nous sommes également occupés de l'oxydation de la strychnine par le permanganate de potassium. La solution filtrée précipite, par le sulfate de cuivre, le sel de cuivre d'un acide azoté non cristallisé, actuellement à l'étude. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une substance sucrée retirée des poumons et des crachats de phthisiques.* Note de M. **A.-G. Pouchet**, présentée par M. Wurtz.

« Lorsqu'on traite par l'alcool le produit de la filtration des crachats des phthisiques, ou bien une décoction aqueuse de poumons tuberculeux ou atteints de pneumonie caséeuse, on obtient un précipité volumineux formé de sels minéraux, de matières albuminoïdes diverses, telles que : mucine, gélatine, peptones, et renfermant une proportion plus ou moins considérable de la substance qui fait l'objet de cette étude.

» Je me suis arrêté, après plusieurs modes d'essai, à la marche suivante pour l'isoler.

» Les crachats (ou bien la décoction aqueuse des poumons) sont acidulés d'acide acétique et portés à l'ébullition : on obtient ainsi la coagulation d'une certaine quantité de matières albuminoïdes.

» La solution filtrée est neutralisée exactement par l'eau de baryte, et additionnée, s'il est nécessaire, d'un peu d'acétate de baryum, jusqu'à cessation de précipité : le précipité qui prend naissance, formé en majeure partie de sulfate et de phosphate de baryum, est séparé par filtration et la liqueur, additionnée d'acétate neutre de plomb, est portée à l'ébullition.

» Il se forme un nouveau précipité floconneux renfermant des combinaisons plombiques de matières albuminoïdes diverses, dont je n'ai pas encore terminé l'étude.

» Après filtration, la liqueur est additionnée d'un grand excès d'ammoniaque et abandonnée pendant quarante-huit heures au froid. Il se forme ainsi un précipité gris sale, assez volumineux, qui se présente après filtration sous forme d'une masse compacte, de consistance semblable à celle de la colle de peau fraîchement préparée, et qui constitue une combinaison plombique de la substance sucrée mélangée à une proportion notable de peptone plombique.

» Ce précipité est lavé à l'eau froide, puis délayé dans de l'eau et décomposé au bain-marie bouillant par l'hydrogène sulfuré. Le sulfure de

plomb ne se sépare qu'avec une extrême difficulté et une grande lenteur. Il est presque impossible d'obtenir par simple filtration sur du papier une solution exempte de sulfure de plomb : il faut avoir recours soit à l'addition d'une solution étendue d'albumine que l'on coagule ensuite lentement au bain-marie, soit à la filtration à travers des vases poreux de pile en employant le vide. L'addition d'albumine a l'inconvénient de laisser ensuite dans la liqueur une certaine quantité de matière protéique qui échappe à la coagulation et dont la séparation complète est très difficile.

» La solution aqueuse, obtenue par filtration à travers les vases poreux, renferme encore une certaine quantité de peptones et même de gélatine si elle provient du traitement des poumons : on peut l'en débarrasser à peu près complètement en l'additionnant de quelques gouttes de tannin et l'agitant ensuite avec du noir animal en poudre qui donne de la cohésion au précipité et permet de le séparer par filtration. Cette dernière liqueur est alors concentrée dans le vide et précipitée par l'alcool.

» On obtient ainsi un précipité pulvérulent, blanc jaunâtre, qui, après filtration, est redissous dans très peu d'eau, précipité de nouveau par l'alcool, jusqu'à ce que sa solution aqueuse ne donne plus de louche par le tannin.

» Le corps ainsi préparé est presque blanc, mais se colore en brun pendant sa dessiccation, même dans le vide et à l'abri de la lumière. Il est amorphe et se présente au microscope sous forme de petites sphères brillantes. En le redissolvant, à l'ébullition, dans de l'alcool à 25 pour 100, il donne, par refroidissement de la solution, de petites écailles cristallines brillantes. L'évaporation dans le vide des solutions aqueuses donne finalement un sirop qui ne cristallise pas, mais se dessèche en produisant des écailles assez régulières en forme de rectangle allongé et qu'un examen superficiel pourrait presque faire prendre pour des cristaux. Il est hygroscopique, très soluble dans l'eau, en donnant une solution parfaitement limpide; insoluble dans l'alcool concentré, l'éther, les hydrocarbures.

» L'analyse élémentaire conduit aux nombres suivants :

	Corps séché dans le vide.	Corps séché à 120°.
Carbone	44,28	46,92
Hydrogène	6,92	6,50
Oxygène	48,79	46,58

» Ces nombres peuvent se traduire par les formules $C^{12}H^{18}O^{9}, H^{2}O$ pour

le corps séché dans le vide, et $C^{12}H^{18}O^{9}$ pour le corps séché à 120°; le calcul donne en effet pour ces deux formules :

	$C^{12}H^{18}O^{9},H^{2}O$.		$C^{12}H^{18}O^{9}$.
Carbone..........	44,44	Carbone..........	47,06
Hydrogène........	6,17	Hydrogène........	5,88
Oxygène..........	49,39	Oxygène..........	47,06

» Ces formules se trouvent d'ailleurs corroborées par les analyses suivantes des combinaisons plombique et zincique.

» En traitant une solution aqueuse du corps par l'acétate neutre de plomb, on n'observe pas de précipité : si l'on ajoute alors de l'alcool, il se produit un précipité blanc gris, pulvérulent, qui, *séché à* 120°, donne à l'analyse des chiffres correspondant à la formule $C^{12}H^{14}PbO^{9}$.

» Une solution aqueuse concentrée, traitée à l'ébullition par le sous-acétate de plomb, donne un précipité gris, dense, peu soluble dans l'eau bouillante, et qui est constitué par un mélange à molécules égales des composés $C^{12}H^{14}Pb^{2}O^{9}$ et $C^{12}H^{12}Pb^{3}O^{9}$.

» Une solution bouillant dans l'alcool à 25 pour 100, additionnée d'une solution alcoolique de sous-acétate de plomb, donne un précipité gélatineux qui a pour composition $C^{12}H^{10}Pb^{4}O^{9}$.

» Les solutions aqueuses de ce corps ne sont pas précipitées par l'acétate de zinc; mais, par addition ménagée d'ammoniaque, on obtient un précipité grumeleux, soluble dans l'eau bouillante et se déposant par le refroidissement sous forme de grains microscopiques constitués par des cristaux aiguillés, rayonnant d'un centre commun et qui, *séchés dans le vide*, correspondent à la formule $C^{12}H^{12}Zn^{3}O^{9},8Zn(OH)^{2}$. Ces cristaux perdent $4H^{2}O$ à 120° et correspondent alors à la formule

$$C^{12}H^{20}Zn^{11}O^{21} = C^{12}H^{12}Zn^{3}O^{9},8ZnO,4H^{2}O.$$

» Ces combinaisons ont beaucoup d'analogie avec celles que donnent, dans des conditions semblables, les diverses substances sucrées, de même que les *dextrines*. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la zymase du lait de femme.* Note de M. A. **Béchamp**.

« Le lait de vache contient, outre la caséine, deux matières albuminoïdes distinctes; l'une de ces matières reste soluble dans l'eau après

qu'elle a été précipitée par l'alcool : c'est la *galactozymase*, substance *capable de fluidifier l'empois sans saccharifier la matière amylacée.*

» Il résulte du Mémoire de MM. Dumas et Cahours sur les matières albuminoïdes que la caséine du lait de femme n'est pas absolument identique avec celle du lait de vache; d'ailleurs, M. Dumas (*Traité de Chimie appliquée aux Arts*, t. VIII, p. 628) a noté que le lait de femme n'est pas coagulé par les acides dans les mêmes circonstances que celui de la vache. J'ai essayé d'appliquer au lait de femme la méthode d'analyse qui m'avait réussi pour le lait de vache, mais sans succès. C'est que, vraiment, les matières albuminoïdes de ces deux laits sont loin d'être les mêmes, ainsi qu'il ressortira d'un travail dont j'aurai l'honneur de communiquer prochainement les résultats à l'Académie. Je détache de ce travail le fait certain et vérifié que voici : la zymase du lait de femme, toutes choses égales d'ailleurs, fluidifie et saccharifie l'empois de fécule avec presque autant d'intensité que la diastase ou que la dialozymase humaine. En outre, le pouvoir rotatoire de cette zymase est bien plus grand que celui de la galactozymase de vache.

» Pour mettre en évidence la propriété saccharifiante de la zymase du lait de femme, il n'est pas nécessaire de l'isoler à l'état de pureté; il suffit d'opérer comme ceci :

» Le lait de femme étant normalement à réaction alcaline, on l'acidifie très légèrement par l'acide acétique et l'on y ajoute au moins trois fois son volume d'alcool à 95° C. Le précipité, très volumineux, est recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool plus faible (pour enlever le sucre de lait), bien épuisé de corps gras par l'éther et repris par l'eau distillée. Après quelques heures de contact, on filtre, et la solution obtenue possède, à un haut degré, la propriété de fluidifier et de saccharifier l'empois. 20 à 30^{cc} de lait suffisent pour vérifier le fait; et si, pour reprendre le précipité, on n'a employé que 10^{cc} d'eau, la solution obtenue peut fluidifier et saccharifier 20 à 30^{cc} d'empois au $\frac{1}{25}$ de fécule.

» J'ajoute que, pour se mettre à l'abri d'une cause d'erreur, il est bon de laver le sein et le mamelon à l'eau légèrement créosotée et de recevoir le lait dans des vases lavés de même. Je me suis assuré que le lait de plusieurs traites successives contient la zymase douée de la même activité; elle est donc le produit de la fonction de la glande et non pas le résultat de quelque altération subie par le lait à la suite de sa stagnation dans cette glande. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un gisement de Mammifères quaternaires aux environs d'Argenteuil (Seine-et-Oise).* Note de M. STAN. MEUNIER, présentée par M. Gaudry.

« Ayant été récemment averti que des ossements fossiles avaient été découverts par des ouvriers aux environs d'Argenteuil, je m'empressai de me rendre au lieu indiqué. En creusant une tranchée de raccordement entre l'usine de Volembert (ancienne et célèbre carrière Baps) et la voie du chemin de fer du Nord, on avait mordu sur le talus bordant cette dernière et, en deux points principaux, des os avaient été rencontrés.

» Lors de ma visite, ils étaient rassemblés dans le bureau de l'usine, où l'on avait eu la bonne pensée de les apporter au fur et à mesure des découvertes. J'y reconnus : 1° une défense d'*Eléphant*, longue de $0^{m},95$ et mesurant $0^{m},30$ de circonférence. Sa pointe est brisée et sa longueur est sans doute loin d'être complète, mais la base est intacte, sensiblement moins grosse que la région moyenne. C'est cette défense qui fut trouvée tout d'abord ; elle faisait saillie sur la paroi de la tranchée et on la prit à première vue pour quelque tuyau de conduite. L'éléphant d'où elle provient a fourni d'autres vestiges, tels qu'une portion importante de vertèbre et une tête d'humérus ; — 2° un *Rhinocéros tichorhinus* représenté par cinq molaires bien conservées, un humérus, un tibia, un fragment de bassin, un calcanéum intact et d'autres pièces ; — 3° une *Hyœna spelæa* dont j'ai pu étudier la demi-mâchoire inférieure droite pourvue de la canine, d'une prémolaire et de la carnassière. Cette pièce, brisée à la partie postérieure, a encore $0^{m},17$ de long ; elle provient d'un individu âgé à en juger par l'état d'usure des dents ; — 4° un *Cheval* représenté par un tibia ; — 5° un bovidé de grande taille qui paraît être le *Bison priscus*. Nous avons un fragment de tête avec une corne de $0^{m},40$ de longueur et d'une fragilité extrême, des vertèbres, des métacarpiens, des dents, etc. ; — 6° un métacarpien de *Renne* d'assez grande taille.

» Comme on voit, cet ensemble rappelle plusieurs ossuaires quaternaires et on ne peut, en particulier, s'empêcher de le rapprocher du gisement du sommet de Montreuil qui a été étudié par M. le professeur A. Gaudry [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIII, 21 novembre 1881 ; p. 819.

Aussi ai-je été bien heureux de montrer au savant et bienveillant paléontologiste la tranchée de Volembert.

» J'ai relevé avec soin la coupe de la tranchée sur une longueur de près de 200^m et voici ce que j'ai observé :

» La tranchée, qui est en pente, recoupe d'abord la seconde masse du gypse, dont les couches inférieures (pierre à plâtre et marnes) se présentent là avec des contournements fort remarquables. Le paroi de la tranchée, dont la hauteur est de 16^m à 18^m, montre, au-dessus du gypse, des éboulis variés surmontés par une terre végétale moyennement épaisse et d'un rouge brun foncé. En descendant la pente, on voit brusquement les couches éocènes profondément corrodées, de façon à délimiter deux poches remplies de sables et de limons quaternaires. La première de ces poches a 32^m environ de largeur, l'autre est visible sur 80^m, la limite étant cachée par les gazons. Leur profondeur dépasse 18^m. Le massif gypseux, de 20^m, qui les sépare est remarquable par la forme abrupte, presque à pic, de ses falaises, hautes de plus de 12^m et qui sont constituées cependant par des marnes fendillées et extrêmement peu résistantes.

» Le régime des eaux quaternaires en ce point ne semble pas très facile à reconstituer, car les apparences d'une corrosion rapide y sont au contact même d'une sédimentation évidemment très tranquille des matériaux post-tertiaires. Ceux-ci, formés, selon les points, de sable de rivière très propre, de sables plus ou moins argileux, plus ou moins ocreux et d'une sorte de *terre de bruyère* noire, épaisse de plus de 15^m, sont en lits sensiblement horizontaux dans la région moyenne des poches et qui se relèvent doucement en approchant de leurs parois.

» En quelques points ces dépôts sableux contiennent des coquilles; on observe notamment à 3^m, verticalement au-dessus du point où gisait l'Éléphant (poche de 32^m), un lit tout à fait horizontal, pétri de Mollusques. D'après l'examen qu'ont bien voulu en faire M. le D[r] Fischer et M. le commandant Morlet, ceux-ci sont des *Helix* et des *Pupa*, identiques à ceux qui continuent de vivre actuellement.

» D'ailleurs, pour continuer la comparaison avec le gisement du haut Montreuil, il faut remarquer que l'altitude sur laquelle M. Gaudry insiste avec tant de raison pour établir la chronologie des temps quaternaires est ici de 49^m au lieu de 100^m qu'elle atteint à Montreuil. Elle correspondrait, par conséquent, à la *phase chaude*, dont sa faune la sépare, cependant, d'une manière complète.

» La première idée qui se présente pour concilier des faits d'apparence

aussi contradictoire, consiste à supposer que les lambeaux quaternaires qui viennent d'être décrits se sont détachés, par simple glissement sur les pentes, de dépôts gisant normalement beaucoup plus haut, sur les collines voisines, sur la butte d'Orgemont par exemple. Mais, d'une part, cette hypothèse ne cadre guère avec l'état parfaitement stratifié des sables ossifères et surtout avec la forme des berges gypseuses, maintenant souterraines, le long desquelles ils se sont accumulés. D'autre part, je me suis assuré directement que les formations immédiatement superposées aux marnes supérieures vers le sommet et sur les flancs d'Orgemont n'ont pas de rapport direct avec les alluvions de Volembert et sont tout simplement des sables de Fontainebleau présentant encore des vestiges du cordon de meulières de Beauce.

» Sans doute il est prudent, dans l'état actuel des choses, de ne pas vouloir expliquer dans tous ses détails un gisement si spécial et il faut attendre d'observations ultérieures la lumière à cet égard. Cependant, si l'on supposait que les sables de Volembert se sont déposés non pas dans le lit d'une rivière mais au fond d'un lac, on pourrait faire disparaître la contradiction qui nous arrête : à l'inverse des terrasses des vallées, les couches souslacustres sont d'autant plus anciennes qu'elles occupent un niveau moins élevé. Ce sont deux séries correspondantes, mais en quelque sorte symétriques l'une de l'autre.

» Je ne terminerai pas sans adresser mes très sincères remerciements à M. Gougelet, ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur de la Société des plâtrières du bassin de Paris, qui a bien voulu me faire connaître la trouvaille des os et me conduire au gisement. J'ai aussi beaucoup d'obligations à M. Lacauchie, directeur de l'usine Volembert, qui a mis le plus grand empressement à faciliter mes recherches et à assurer la conservation des fossiles découverts dans la tranchée. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Végétation de la vigne à Calèves, près Nyon (Suisse).* Note de M. **Eug. Risler**, présentée par M. Hervé Mangon.

« La vigne taillée commence, en général, *à pleurer* dans le courant de mars, quelquefois seulement en avril, quand la température moyenne de l'air, à l'ombre, atteint 8° à 10°. Le mouvement de la sève paraît coïncider assez exactement avec l'époque où la température moyenne de l'air commence à surpasser celle du sol à 1^m de profondeur. Cette température du sol varie alors de 6° à 8°.

» Du reste, l'insolation directe suffit souvent pour faire couler les pleurs des branches qu'elle réchauffe pendant le milieu de la journée, et l'écoulement s'arrête le soir, quand la température s'abaisse, pour recommencer le lendemain, quand elle s'élève de nouveau.

» Le pinot, qui mûrit huit ou dix jours avant le chasselas, commence également à couler plus tôt que lui au printemps.

» Quand la température moyenne à l'ombre surpasse 10°, les bourgeons se gonflent et l'écoulement de la sève s'arrête.

» On peut donc considérer 10° comme la température initiale de la vigne et supprimer, comme inutiles, tous les jours dont la moyenne n'atteint pas ce chiffre, lorsqu'on fait la somme des degrés de température employés par elle.

» Cependant la végétation ne prend une grande activité qu'avec des moyennes de 14° à 15° et des maxima de 18° à 20°.

» L'allongement des sarments et le déploiement des nouvelles feuilles se produisent en raison de la température de l'air et de l'humidité de la terre.

» La floraison commence en juin, quand la vigne a reçu 950° à 1000° de chaleur. Elle ne se met bien en train qu'après quelques journées où la moyenne a approché de 20°. La fleur *passe* d'autant mieux que la température se maintient pendant dix à quinze jours plus constamment à 20° ou plus. Lorsque les moyennes à l'ombre descendent à moins de 15°, il y a de la coulure; les grains ne se forment pas. Si l'humidité se joint à cet abaissement de température, le ver se met dans la fleur.

» Les grains de chasselas prennent de la transparence, le sucre commence à s'y former et le pinot *tourne* au rouge, quand ils ont reçu 2300° à 2450° de chaleur, après une série de jours où la température moyenne a atteint au moins 20° : en général, du milieu à la fin d'août à Calèves.

» Quelquefois une trop grande sécheresse retarde l'éclaircissement des raisins, mais il suffit d'une bonne pluie pour les faire bientôt tourner.

» La somme des températures moyennes nécessaires pour la maturation complète du chasselas a varié de 2981° à 3169°; la moyenne des dix années de 1868 à 1876 a été de 3060°,60.

» Pendant ces dix années, la température moyenne a été

Pour le mois de juillet........	20°,99
Pour le mois d'août..........	19°,08

» Les thermomètres qui ont servi à faire ces observations se trouvent

placés dans un vallon abrité contre les vents du nord-ouest, dans une situation analogue à celle de mes meilleures vignes qui occupent les pentes d'un côteau voisin et sont, par conséquent, exposées au sud-est.

» Mais, comme les thermomètres sont placés dans une cage à claire-voie à 1^m au-dessus du sol et séparés du sol par le plancher de cette cage, ils reçoivent un peu moins de soleil que les vignes cultivées en souches basses; les raisins sont en moyenne à $0^m,40$ à $0^m,50$ de hauteur.

» Sur le plateau qui domine le vignoble et qui est presque horizontal, mais encore avec une légère pente au sud-est, des observations, faites pendant deux années pour contrôler celles du vallon, ont donné des moyennes de $0°,7$ plus faibles : la culture de la vigne s'y trouverait donc dans des conditions beaucoup moins favorables.

» Voici le résumé des observations faites de 1868 à 1876 :

Vignes de chasselas.

	Commencement de la floraison.		Commencement de la vendange.		Nombre de jours de végétation à plus de 10°.			Évaporation du vignoble		Quantité de vin en hectolitres et		Températures moyennes		
Années.	Époque.	Somme des températures moyennes plus fortes que 10°.	Époque.	Somme des températures moyennes plus fortes que 10°.	Total.	Jours clairs.	Rapport des jours clairs au total.	totale.	par jour.	par hectare.	Remarques.	Juillet.	Août.	Sept.
		°		°	j	j		mm	mm			°	°	°
1868...	5 juin.	854,10	23 sept.	2981,70	162	103,9	64 p. 100	401,12	2,48	39	//	20,43	19,19	17,60
1869...	15 juin.	1033,90	11 oct.	3169,90	184	128,6	69 p. 100	418,36	2,27	62	//	21,70	18,73	16,19
1870...	10 juin.	921,65	3 oct.	3038,10	175	115,5	66 p. 100	248,03	1,50	40	//	22,80	17,29	17,29
1871...	20 jnin.	951,70	16 oct.	3047,75	189	111,7	59 p. 100	536,88	2,89	44	//	20,11	19,64	18,25
1872...	24 juin.	1021,50	23 oct.	3087,05	206	101,5	49 p. 100	640,83	3,11	21	grêle.	20,27	18,44	17,47
1873...	26 juin.	1003,60	13 oct.	3051	179	110,2	61 p. 100	437,57	2,63	$26\frac{3}{4}$	grêle.	21,73	21,02	15,67
1874...	15 juin.	928,70	5 oct.	2994,90	179	112,7	61 p. 100	420,78	2,35	$57\frac{1}{2}$	//	22,27	17,71	17,15
1875...	?	?	4 oct.	3056,05	174	107	61 p. 100	345,13	1,90	56	//	18,50	20,17	18,05
1876...	?	?	19 oct.	3117,05	188	114,1	60 p. 100	357,28	1,89	$52\frac{1}{2}$	//	21,16	20,60	14,72
		946,12		3060,60	163,6	110,3			2,08	$46\frac{1}{2}$		20,29	19,08	16,71

M. **Wurtz** dépose sur le bureau de l'Académie une « Notice sur la vie et les travaux de Raphaël Piria » par M. *Cossa,* professeur de Chimie à Turin. Piria a été Correspondant de l'Académie, qui n'a pas perdu le souvenir de ses travaux et de sa collaboration avec M. Dumas, son maître. M. Cossa insiste particulièrement, dans cette Notice, sur les découvertes que l'on doit à Piria concernant la constitution des glucosides. Il rappelle en fort bons termes ses travaux classiques sur la salicine, qui ont fait connaître l'hydrure de salicyle, l'acide salicylique, la saligénine, ses recherches sur la populine, sur l'amygdaline, la découverte d'une méthode générale, propre à transformer

les acides en aldéhydes et tant d'autres travaux dont l'ensemble a assigné à Piria un rang distingué parmi les chimistes contemporains.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 avril 1883.

(Suite.)

Vingt-cinq ans de chirurgie dans un hôpital de petite ville et à la campagne; par le Dr C.-L. Coutaret. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Adressé aux Concours Montyon, Statistique, et Godard.)

Formulaire pratique de l'électricien; par E. Hospitalier; 1re année, 1883. Paris, G. Masson, 1883; in-18 relié.

Ministère du Commerce. Commission de l'assainissement de Paris. Rapport sur le système Berlier pour la réception et l'élimination des matières de vidange; par M. Rousselle. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Etudes sur la flore du Sénégal; par J. Vallot. Paris, J. Lechevalier, 1883; br. in-8°.

Sur les origines du calcaire carbonifère de la Belgique; par M. E. Dupont. Bruxelles, F. Hayez, 1883; br. in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain crétacé; liv. 29, t. VIII. *Zoophites; par* M. de Fromentel; *Terrain jurassique* liv. 32 : *Conifères et Aciculariées; par* M. de Saporta; liv. 60 : *Crinoïdes; par* M. de Loriol; liv. 61 : *Echinodermes réguliers; par* M. G. Cotteau. Paris, G. Masson, 1883; 4 liv. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Echinides fossiles de l'Algérie; par MM. Cotteau, Péron et Gauthier; 1er fascicule : *Terrains jurassiques.* Paris, G. Masson, 1883; in-8°.

Traité de l'herpétisme; par M. E. Lancereaux. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1883; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité d'analyse des matières agricoles; par L. Grandeau. Paris, Berger-Levrault et Librairie agricole, 1883; in-12 relié.

Le charbon et la vaccination charbonneuse d'après les travaux récents de

M. Pasteur; par CH. CHAMBERLAND. Paris, Bernard Tignol, 1883; in-4°. (Présenté par M. Bouley.)

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, 1881 et 1882. Colmar, imp. C. Decker, 1883; in-8°.

Les chemins de fer de l'Italie. Leur histoire, leur exploitation et leurs tarifs; par M. F. LUCAS. Paris, Imp. nationale, 1883; in-8°. (Présenté par M. Mangon.)

Les origines de la vie. Essai sur la flore primordiale; par L. CRIÉ. Paris, C. Doin, 1883; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur la propriété excitante de l'avoine; par A. SANSON. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*)

Sur la comète de 1882, *I (Wells); par* TH. BREDICHIN. 1882; in-4°.

Die Lehre von der Electricität; von GUSTAV WIEDEMANN; zweiter Band. Braunschweig, Friedrich Vieweg, 1883; in-8°.

Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro; vol. IV, 1879; vol. V, 1880. Rio de Janeiro, 1881; 2 vol. in-4°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI. T. XV, giugno 1882. Roma, 1882; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MAI 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

M. le **Président** annonce à l'Académie la nouvelle perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Charles Bresse,* membre de la Section de Mécanique, et il ajoute :

« Lorsque, dans notre dernière séance, apprenant que M. Bresse se trouvait gravement malade, agité par la crainte d'un danger réel, je priai M. Phillips de se rendre auprès de notre Confrère, afin de lui exprimer le vif intérêt que l'Académie tout entière prenait à sa situation, il nous restait un espoir qui a été promptement déçu.

» M. Bresse, touché des marques d'affection qui lui étaient données — c'est Mme Bresse, sa veuve, et M. Marcel Bresse, son fils, qui m'ont chargé de le dire à l'Académie en la remerciant de sa sollicitude, — a succombé dès le lendemain matin, le mardi 22 mai. Deux jours plus tard, le jeudi 24, nous avons rendu à notre Confrère les honneurs funèbres. M. Phillips a été l'interprète de l'Académie sur la tombe, où des discours ont encore été prononcés au nom du corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées et au nom de l'Ecole Polytechnique.

» M. Bresse, qui semblait devoir occuper sa place à l'Académie pendant de longues années, n'a fait que passer parmi nous. Il laisse, avec le souvenir de son mérite, un autre souvenir, celui d'un caractère digne et modeste qui lui avait attiré toutes les sympathies. »

DISCOURS PRONONCÉ AUX FUNÉRAILLES DE M. BRESSE,

PAR M. PHILLIPS,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« MESSIEURS,

» Je viens, au nom de l'Académie des Sciences, adresser un suprême adieu à l'éminent Confrère que nous venons d'avoir la douleur de perdre si inopinément. Homme de bien et de devoir, sa vie tout entière a été consacrée au travail et au culte de la Science.

» M. Jacques-Antoine-Charles Bresse naquit à Vienne (Isère) le 9 octobre 1822. Reçu à l'École Polytechnique en 1841, il en sortit en 1843 dans le corps des Ponts et Chaussées, dont il conquit successivement tous les grades jusqu'à celui d'Inspecteur général de deuxième classe, qui lui fut conféré le 16 juillet 1881.

» Voici quelles furent les fonctions remplies par lui pendant sa carrière et qui témoignent de sa courageuse et constante assiduité. En 1848, peu de temps après sa sortie de l'École des Ponts et Chaussées, il fut nommé répétiteur de Mécanique appliquée à cette École; puis, en 1853, chargé du cours à titre provisoire; enfin, en 1855, il fut nommé professeur titulaire de ce même cours. M. Bresse n'avait alors que trente-trois ans et il a su élever à une grande hauteur l'enseignement dont il était chargé. Il a occupé cette chaire jusqu'à la fin, c'est-à-dire pendant vingt-huit ans.

» Dès 1851, c'est-à-dire à vingt-neuf ans, il fut nommé répétiteur du cours de Mécanique et machines à l'École Polytechnique; puis, en 1863, examinateur des élèves sur cette branche de la Science, et enfin, en 1879, professeur titulaire de ce même cours.

» On voit ainsi que, pendant de longues années, notre cher et très regretté Confrère a supporté une charge très lourde par ses fonctions simultanées dans les deux importantes Écoles auxquelles il était attaché. Et cependant, il n'a jamais fléchi sous un pareil labeur et a toujours rempli sa tâche de la manière la plus méritoire.

» Il a pu même trouver le temps de publier son cours à l'École des Ponts et Chaussées et a ainsi produit un ouvrage en plusieurs volumes, qui est un modèle de clarté et de Science, et dans lequel il a résolu nombre de questions nouvelles et d'une grande importance. Aussi ce Traité est-il non

seulement classique en France, mais encore très répandu à l'étranger, et est-il toujours consulté avec fruit par les ingénieurs et les savants.

» Enfin, M. Bresse reçut le suprême honneur auquel puisse aspirer un homme de son mérite; il fut élu, le 31 mai 1880, membre de l'Académie des Sciences, dans la Section de Mécanique, en remplacement du général Morin. Il ne semble pas que, devant cette tombe encore ouverte, on puisse entrer dans des détails étendus sur les titres scientifiques qui lui valurent cet insigne couronnement de sa carrière. On ne peut qu'en énoncer les principaux et en faire ressortir les traits les plus essentiels.

» C'est ainsi que nous mentionnerons d'abord un Mémoire fort important, publié en 1854, présenté, après son impression, à l'Académie, par Combes et intitulé *Recherches analytiques sur la flexion et la résistance des pièces courbes,* accompagnées de Tables numériques pour calculer la poussée des arcs chargés de poids d'une manière quelconque et leur pression maximum sous une charge uniformément répartie. Cette question, d'un puissant intérêt pour l'art de l'ingénieur, alors qu'il s'agit de la construction des grands arcs métalliques, avait été abordée par divers savants. Ainsi le problème de l'équilibre intérieur et de la flexion des pièces courbes a été, pour la première fois, étudié, dans quelques cas, par Euler en 1744. Lagrange a publié en 1769, dans les *Mémoires* de Berlin, un travail sur la force des ressorts pliés. La question avait été ainsi traitée à plusieurs reprises au point de vue analytique. Il restait à compléter ces recherches, afin d'en rendre les résultats utiles aux constructeurs. C'est ce que fit Navier dans son cours de Mécanique à l'École des Ponts et Chaussées. Mais cet illustre savant avait cru pouvoir admettre une simplification qui entraîne dans certains cas des erreurs considérables. Un de nos confrères, dans son cours lithographié de l'École des Ponts et Chaussées, en 1837-1838, a le premier entrepris de combler cette lacune, et il l'a fait pour le cas d'un arc, soit de parabole, soit de cercle supposé chargé au milieu. M. Bresse a pu donner la solution de cette même question dans le cas général d'un nombre quelconque de charges isolées, en ramenant par un intelligent artifice les cas de non-symétrie à ceux de symétrie et aussi aux cas d'une charge uniformément repartie sur toute la longueur soit de l'arc, soit de sa projection horizontale. Toutes les formules et les nombreuses Tables numériques qu'il en a déduites sont très appréciées des constructeurs. Ses méthodes sont entrées dans l'enseignement et ont servi de point de départ à de nombreuses recherches sur le même sujet.

» Nous croyons devoir dire aussi quelques mots d'un autre travail du

même genre et d'une égale importance et qui, joint au précédent, a valu à son auteur, en 1874, le prix Poncelet de l'Académie. Il a pour titre : *Calculs des moments de flexion dans une poutre à plusieurs travées solidaires*, et a pour objet tout ce qui se rapporte à la théorie des poutres droites métalliques, comme celles des ponts de chemins de fer. Déjà, avant M. Bresse, plusieurs auteurs avaient traité diverses parties de la question ; mais c'est lui qui en a donné la solution sous la forme la plus complète et la plus générale, et l'on jugera de l'importance de son travail par cette circonstance qu'il forme à lui seul un volume de près de quatre cents pages, dont la majeure partie lui appartient.

» J'aurais eu encore beaucoup de choses à dire, tant au sujet des deux Mémoires de premier ordre dont je viens de parler succinctement, que des autres, en grand nombre, dont la science et l'art de l'ingénieur sont redevables à notre regretté confrère. Mais, en restant là, je crois mieux honorer la mémoire de celui dont la modestie égala toujours le mérite, et je ne fais ainsi qu'obéir au vœu de sa famille.

» En terminant, j'ajouterai, ce qui n'est pas peu dire, que, chez lui, les qualités morales de l'homme étaient à la hauteur de la valeur du savant. Sa simplicité, sa droiture, sa parfaite honorabilité, sa conscience scrupuleuse dans l'accomplissement de ses devoirs étaient connues de tous ceux qui l'approchaient et, en particulier, de celui qui a l'honneur, Messieurs, de vous parler et qui fut uni à M. Bresse par les liens d'une vieille amitié, datant de l'époque où nous étions ensemble élèves à l'École Polytechnique.

» Sa veuve si cruellement éprouvée, son fils qui marche si dignement sur ses traces dans cette belle carrière des Ponts et Chaussées, ont eu, dans leur profonde douleur, la suprême consolation de le voir mourir dans les sentiments chrétiens que nous lui connaissions. Puissent les sympathies de l'Académie leur apporter aussi quelque soulagement et quelque résignation.

» Adieu, cher confrère et ami. Adieu ! Au revoir ! »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Richet* pour remplir, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Sédillot.*

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Richet** prend place parmi ses Confrères.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Considérations générales sur les méthodes scientifiques et applications à la méthode* a posteriori *de Newton et à la méthode* a priori *de Leibnitz;* par M. E. **Chevreul.**

(Lu à l'Académie dans les séances des 7 et 14 mai.)

AVANT-PROPOS.

« **1.** Rappelons les écrits principaux que j'ai publiés depuis le mois de février 1878, sur la vision des couleurs matérielles en mouvement : ils sont au nombre de trois, imprimés dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* depuis le mois de février de l'année 1878.

» I. *Complément d'études sur la vision des couleurs*, 277 pages, 7 planches (volume XLI des *Mémoires de l'Académie des Sciences*).

» II. *Mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation et des vitesses numériques de cercles dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre blanche, vitesse correspondant à trois périodes de leurs mouvements, à partir de l'extrême vitesse jusqu'au repos*, 246 pages, 19 planches (volume XLII des *Mémoires de l'Académie des Sciences*).

» III. *Considérations générales sur les méthodes scientifiques et applications à la méthode* a posteriori *expérimentale de Newton et à la méthode* a priori *de Leibnitz*, 68 pages (volume XLII des *Mémoires de l'Académie des Sciences*).

» **2.** Dans l'origine, cet écrit (III) avait reçu la qualification de *deuxième Mémoire* eu égard au Mémoire précédent.

» Mais la *généralité* des vues de mes dernières études m'ont conduit à

considérer cet écrit (III) comme ayant un caractère propre d'après lequel je lui ai donné le titre de *Considérations générales sur les méthodes scientifiques*, etc., dont les extrêmes sont bien celle de Newton et celle de Leibnitz.

INTRODUCTION.

» 3. Les réflexions suggérées par la découverte du contraste rotatif ne se sont pas bornées à celles que je viens d'exposer, elles se sont étendues aux *Questions* qui terminent le troisième Livre de l'*Optique* de Newton, et peu à peu j'arrivai à ne plus douter que le grand homme, en écrivant ces *Questions*, préférait à toutes les explications de la propagation de la lumière celle où on la fait dépendre des vibrations ou ondulations comparables à celles de l'air donnant à l'ouïe la sensation des sons. Mais Newton admettait la pesanteur de l'air ainsi que l'impondérabilité de la lumière, et malheureusement, selon moi, il n'insista pas sur la *conséquence* résultant du mot *espèce* appliqué aux sept rayons de lumière qu'il considérait comme simples, le *rouge*, l'*orangé*, le *jaune*, le *vert*, le *bleu*, l'*indigo* et le *violet*, simplicité qu'il caractérisait par la couleur unique et constante que chacun d'eux produit en nous, et ce caractère spécifique était attribué par Newton à l'étendue superficielle de chaque corpuscule lumineux; en d'autres termes, les rayons de lumière différaient les uns des autres par une propriété qui était inhérente à chacun d'eux, comme, en Histoire naturelle, les espèces des êtres vivants diffèrent les unes des autres : exemple, un cheval d'avec un âne, différence tout autre que celles des sons d'un même corps sonore, de l'air, par exemple, auquel l'orgue fait rendre des sons si divers, depuis la gamme la plus grave jusqu'à la gamme la plus aiguë!

» 4. Si la lecture des *Questions* du troisième Livre de l'*Optique* me détermina à écrire les *Considérations générales sur les méthodes scientifiques*, je dois ajouter que les réflexions que me suggéra la lecture de l'article *Leibnitz* dans la *Biographie ancienne et moderne*, rédigée par Maine de Biran, Biot, Stapfer et Duveau, eurent une grande part à ma décision, d'après les considérations suivantes. Newton et Leibnitz étaient les deux plus grands esprits mathématiciens de leur temps; ils croyaient en Dieu et explicitement ils le considéraient comme cause première de la création du monde; mais, en fait de science expérimentale, la méthode que professait l'un était diamétralement opposée à la méthode que professait l'autre. De cette opposition naît une différence entre eux excessivement intéressante pour l'histoire de l'esprit humain.

» L'appréciation complète des œuvres scientifiques n'exige pas seulement l'examen des écrits à l'époque de leur publication; mais un examen ultérieur est indispensable, surtout quand ce sont les œuvres d'un esprit supérieur et pénétrant. L'auteur provoque de nouvelles recherches qui ne semblent même que des conséquences nécessaires de ses vues, et le but le plus élevé de la science sera atteint quand l'auteur, à la fécondité du génie, réunira l'esprit méthodique, caractère de la philosophie en toutes choses.

» 5. L'œuvre du lettré et l'œuvre de l'artiste ont un caractère d'absolu tel, qu'on ne peut rien changer sans altérer l'œuvre de l'auteur, tandis que pour l'œuvre scientifique, plus le temps en confirme l'exactitude en en étendant les conséquences, et plus l'esprit qui l'a conçue a de grandeur, d'originalité et de génie; sous ce rapport, la différence est réelle, mais je me hâte de dire que le temps a une influence sur l'appréciation de l'œuvre du lettré, et même de l'œuvre de l'artiste; seulement les qualités mises en relief sont différentes du progrès de la connaissance du monde extérieur, fruits de la science, différant tout à fait du développement du goût, de l'esprit, de la morale et de la justice, fruits des lettres et des beaux-arts. En définitive, l'influence du beau, du juste, du droit et du devoir sont des fruits incontestables sans lesquels la société humaine n'existerait pas, et quant à l'appréciation des œuvres du lettré et de l'artiste, le temps n'est pas moins nécessaire qu'à celle de l'œuvre scientifique, et s'il est une expression qui aurait dû être conservée avec respect, sans doute c'est celle d'*auteurs classiques* en toute chose.

» 6. En définitive, voici l'explication que je donne d'un malentendu tenant à plusieurs causes et qui me semble avoir été fortifié par une *faute* qu'on lit dans la traduction des *Principes mathématiques* de Newton, par Mme la marquise du Chastellet, et que je produirai plus loin (alinéa 23).

» Si les passages empruntés aux questions du IIIe Livre de l'*Optique* de Newton et reproduits précédemment ne sont que de simples *présomptions* relativement à la propagation de la lumière que Newton compare lui-même à celle des sons par l'air, on n'est pas autorisé à en conclure que l'auteur de l'*Optique* est favorable à une théorie dans laquelle on compare la lumière émanant du Soleil et des astres lumineux à *des projectiles qui seraient lancés par une arme à feu* (1), comme je l'ai entendu prononcer à beaucoup de personnes, attribuant ce mot *projectile* à Newton.

---

(1) *Mémoire sur la vision des couleurs naturelles en mouvement de rotation :* alinéa 137

» 7. La question que je traite concernant Newton et Leibnitz examinés comparativement au point de vue de la méthode relative aux sciences expérimentales exige que je rappelle les faits suivants : Newton, né à Woolstrop en 1642, fut envoyé à l'âge de douze ans à l'école de Grantham; rappelé quelque temps près de sa mère, il y fut renvoyé et il y résida toujours en pension chez l'apothicaire Clarke, jusqu'à l'âge de dix-huit ans, époque de son entrée à l'Université de Cambridge. Il eut l'avantage d'avoir le Dr Barrow pour maître et c'est à son école que se développa son goût de la Géométrie et qu'à ses heures de loisir il s'occupait d'Optique. En 1665, la peste qui désola la ville de Londres détermina Newton à se retirer quelque temps à Woolstrop, et là, dans son jardin, la chute d'une pomme détachée spontanément de l'arbre qui l'avait produite lui donna l'occasion d'observer l'accélération de son mouvement; et voilà l'origine du travail qui conduisit Newton à la connaissance de la Mécanique céleste.

» 8. Les faits que je rappelle ont, à mon sens, une importance majeure, parce qu'ils témoignent que les études élémentaires de Newton avaient mis en évidence son goût pour l'observation des phénomènes du ressort des sciences naturelles auxquelles le raisonnement rigoureux de la Mécanique est applicable. En effet, le petit appartement qu'il occupait chez l'apothicaire Clarke était devenu un atelier de Mécanique de précision. La postérité a conservé le souvenir que Newton, enfant, dans son modeste logement, avait construit deux horloges clepsydres, qui marchaient d'accord, un petit moulin à vent, et, pour ne rien omettre, le genre de travaux qui a contribué à l'illustration de son nom est l'attention qu'il prêta aux modestes opérations chimiques exécutées dans le laboratoire de Clarke.

» 9. La prise en considération des travaux auxquels se livra Newton dans sa jeunesse explique donc comment son attention se porta à la fois sur les Sciences naturelles expérimentales, la Physique et la Chimie et les instruments de précision indispensables à ces sciences pour découvrir des vérités nouvelles.

» 10. On connaissait le prisme avant Newton; mais qui eut l'idée de s'en servir comme instrument d'analyse et qui, après avoir réduit un faisceau de lumière blanche en sept rayons, donnant lieu chacun à la sensation d'une couleur distincte et toujours la même, quel que fût le nombre de réfractions qu'on lui fit subir? et qui, arrivé à ce terme, eut l'idée de

---

et suivants (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XLII. Même volume : *Considérations générales sur la méthode scientifique*, pages 396 et suivantes, alinéas 321 à 329).

réunir tous ces rayons, soit en les projetant sur une même étendue superficielle, soit en les réunissant au moyen d'un verre biconvexe? Ce fut Newton.

» Il eut l'honneur d'être le premier à avoir pratiqué *deux opérations corrélatives, l'analyse et la synthèse,* dont l'une sert de contrôle à l'autre.

» **11.** C'est le premier exemple d'une *chose complexe* au point de vue de la Science, qui ait donné lieu à deux opérations générales destinées à devenir le fondement d'une science qui n'existait point encore, parce que dite science *occulte*, l'*Alchimie* devait perdre cette qualification avant de s'appeler *Chimie*, lorsqu'elle serait capable de réduire une matière dite *complexe*, au moyen de l'*analyse chimique*, en des matières dites *simples*, tant qu'on serait dans l'impossibilité de tirer de ces matières dites *simples* des corps divers. Tel est le principe de la Chimie devenue science sous l'influence magistrale de Lavoisier.

» **12.** La Chimie s'est si bien trouvée de ce principe que je l'admets pour les divers rayons que Newton considéra comme des *espèces simples* dont le caractère est de produire la sensation d'une couleur unique et constante. C'est la raison pour laquelle je n'hésiterais pas à n'en admettre que trois avec Brewster, s'il était parvenu à réduire les différentes espèces de rayons de lumière simples en trois seulement, en faisant passer toutes les espèces dans des liquides divers.

» **13.** Personne avant moi, que je sache, n'a apprécié l'importance de la distinction faite par Newton entre les propriétés qu'il qualifie d'*inhérentes à la lumière*, comme la *réflexibilité* et la *réfrangibilité* dont on observe les effets, *hors de nous*, d'avec la *propriété dont elle jouit* de *produire en nous* des sensations de couleur, qui, purs effets, sont des phénomènes; d'où Newton conclut que les couleurs ne sont pas dans la lumière, et que les expressions de *rayon rouge*, de *rayon jaune*, etc., ne donnent lieu qu'à des erreurs, si on ne dit pas explicitement qu'on les dénomme alors par leurs effets sur l'organe de la vue, mais qu'eux-mêmes sont incolores.

» **14.** A une époque où l'*Optique* de Newton ne m'était pas aussi familière qu'aujourd'hui, de 1818 à 1826, où je m'occupais de l'étude de nos sens et des *attributs* ou *propriétés* dans les deux ordres de propriétés physiques et chimiques exclusivement admises, je fus conduit à en séparer un nouvel ordre de propriétés que je nommai *organoleptiques*, parce qu'elles me semblaient tout à fait différentes des propriétés des deux ordres physiques et chimiques. Ampère m'encouragea fort dans ce travail et le nom d'*organoleptiques* eut son approbation. Or, un peu plus d'un siècle après Newton,

je me plais à reconnaître que ce puissant génie avait le premier considéré que les couleurs étaient des phénomènes *en nous* dont les causes résidant dans la lumière blanche ne pouvaient plus être confondues avec les propriétés inhérentes à la lumière, telles que sa *réflexibilité* et sa *réfrangibilité* qu'on observe *hors de nous*; mais lorsque Newton a attribué la *propagation de la lumière à des vibrations lumineuses,* comparables aux *vibrations* sonores, et que cette opinion a été énoncée sous la forme de question, une conséquence de cette réserve du grand homme n'était-elle pas de l'imiter lorsqu'il attribua à la différence de *grosseur des corpuscules lumineux* la cause de la différence de *sept espèces* de lumières simples ?

» **15.** Pourquoi Newton n'a-t-il pas appliqué à la lumière le nom d'*éther,* par lequel Huygens l'avait désignée en 1690 ?

» La réponse à cette question me permettra, en y satisfaisant, d'expliquer comment on a attribué à Newton une prétendue théorie de la propagation de la lumière, dite de l'*émission,* qu'il n'a jamais professée.

» Huygens nommait la lumière en repos *éther* et la considérait en cet état comme insensible à la vue : mais l'éther entrait-il en *vibration,* alors elle agissait fort diversement sur la rétine d'après les grandeurs respectives des vibrations; les plus grandes donnaient la sensation du rouge, et les plus petites, celle du violet et, en décroissant successivement du rouge au violet, les couleurs intermédiaires. Huygens comparait l'*éther* à l'*air* avec cette différence que, étant beaucoup plus rare, il était impondérable et parfaitement élastique, tandis que l'air, corps pondérable, quoique élastique, vibrait et agissait comme *corps sonore* sur l'organe de l'ouïe; *les sons les plus graves* résultaient des vibrations les plus grandes, comme le *son aigu* des vibrations les plus petites : de là une analogie parfaite entre les *couleurs* et les *sons.*

» **16.** Huygens et Newton, selon moi, sont parfaitement d'accord jusqu'ici, mais voici où ils cessent de l'être, et la raison pour laquelle Newton n'a pas usé du mot *éther* avec le sens que lui avait imposé Huygens.

» Newton avait fait l'*analyse* de la lumière avec le prisme et il en avait confirmé le résultat par la *synthèse.*

» En outre, d'après l'observation expérimentale, il était arrivé au résultat que, quel que fût le nombre de réfractions que l'on fît subir aux rayons qui donnaient la sensation du rouge, de l'orangé, du jaune, du vert, du bleu, de l'indigo et du violet, un même rayon ne donnait lieu qu'à une seule couleur et constamment la même en agissant sur la rétine.

» **17.** Comment interpréterai-je ces faits?

» C'est que Newton, à une époque où la Chimie n'était pas fondée

comme science, raisonnait comme Lavoisier, son fondateur, d'après lequel on définit un corps simple une espèce de matière dont, jusqu'au moment actuel, on n'a pas séparé plusieurs corps (alinéa 11). D'après cela, Newton a dit :

« J'ai réduit un faisceau de lumière blanche en sept lumières caractérisées chacune par la propriété de produire en nous la sensation d'une couleur unique et toujours la même; je l'appelle *espèce*. »

» 18. Une conséquence de cette manière de voir est de considérer la lumière blanche comme la réunion de sept espèces de lumière, et cette conséquence rend impossible d'adopter le mot *éther* employé par Huygens pour désigner un *être simple*.

» Mais cette impossibilité n'empêche pas d'admettre la propagation du rayon simple par vibrations, et la preuve, c'est que Huygens et Newton s'accordent tous les deux pour comparer la propagation de la lumière à la propagation du son par l'air.

» La seule chose que j'eusse désiré, c'est que Newton fût moins explicite pour attribuer la distinction des sept espèces de lumières dites improprement *colorées* à la diversité de grandeur des corpuscules lumineux. Selon moi, c'était l'occasion d'exposer cette opinion comme *conjecture* (alinéa 14).

» 19. Enfin, j'aurais désiré que Newton eût expliqué que, en se servant du mot *espèce* pour désigner chacun des rayons qu'il considérait comme *simple*, il y avait entre un *rayon* produisant en nous la sensation du *rouge* par exemple, et un *rayon* produisant en nous la sensation du *vert*, une différence correspondant à celle que nous mettons entre un *cheval* et un *âne*, entre un *bouc* et un *bélier*, etc.; tandis qu'entre les sons divers d'un même corps sonore, tel qu'une corde de boyau, une corde de métal, et plus simplement encore les sons divers de l'air produits par un orgue, les différences attribuées soit à la différence de grandeur ou de vitesse des vibrations ou des ondulations sonores, doivent être entre elles évidemment moindres que les différences qui distinguent entre eux les individus appartenant à deux espèces distinctes d'animaux.

» 20. En résumé, pour développer la raison que j'ai eue d'envisager Newton autrement qu'il ne l'a été par ses contemporains et par les hommes illustres qui lui ont attribué une *théorie* de l'*émission* de la lumière qu'il n'a jamais professée, je vais exposer l'idée que je me fais depuis longtemps de Newton, quant aux qualités de son esprit en dehors de son génie mathématique; et, parce qu'il est indispensable que je parle de Leibnitz,

j'ai hâte de rappeler que tout ce que j'ai dit de ces deux grands hommes est en dehors de leur génie mathématique, n'ayant jamais changé d'opinion relativement à l'éminence de génie mathématique de chacun d'eux, ni jamais mis en doute ce que Biot a bien exprimé en reconnaissant l'égalité de leurs droits réciproques à l'invention du *Calcul infinitésimal*.

» 21. Après avoir parlé de l'*Optique* de Newton, le silence que je garderais sur un passage des *Principes mathématiques de la Philosophie naturelle* pourrait donner à penser que c'est avec intention que je me suis abstenu de citer ce passage; je suis reconnaissant que ce passage ait été signalé à mon attention par mon confrère M. Joseph Bertrand. Après l'avoir reproduit textuellement ici, j'en donnerai une traduction que notre confrère, M. Hauréau, a bien voulu faire; et, enfin, je reproduirai le même texte, tel qu'il a été traduit en français, dans les *Principes mathématiques de la Philosophie naturelle*, par feu Mme la marquise du Chastellet. Voici le texte de *Philosophiæ naturalis principia* (1).

« Igitur ob analógiam quæ inter propagationem radiorum lucis et progressum corporum, visum est propositiones sequentes in usus Optices subjungere; interea de natura radiorum (utrum sint corpora necne) nihil omnino disputans, sed trajectorias corporum trajectoriis radiorum persimiles solummodo determinans. »

» 22. Voici la traduction de ce passage que M. Hauréau a bien voulu faire.

« A cause de l'analogie qui existe entre la propagation des rayons de la lumière et la marche des corps, il m'a semblé bon d'ajouter les propositions suivantes qui peuvent être appliquées à l'optique; ne traitant aucunement ici de la nature des rayons (s'ils sont ou ne sont pas des corps), mais me contentant de déterminer les trajectoires des corps semblables aux trajectoires des rayons. »

» Il est évident, pour moi, que Newton ne parle dans ce passage que des *trajectoires des corps*, semblables aux *trajectoires des rayons, à l'exclusion explicite de la nature de ces rayons*.

» 23. Voici la traduction du passage précité qu'on lit dans les *Principes mathématiques de la Philosophie naturelle*, par feu Mme la marquise du Chastellet, Paris, 1749; t. I, p. 239, *proposition XCVI, théorème L, scolie* :

« A cause de l'analogie qui est entre le mouvement progressif de la lumière et celui des *autres projectiles*, j'ai cru nécessaire d'ajouter les propositions suivantes en faveur des opti-

(1) Tome Ier, p. 541, édition Coloniæ Allobrogum, sumptibus Ét. et Ant. Philibert Bibliop. MDCCLX.

ciens. Au reste, *je ne m'embarrasse point de la nature de ces rayons; je n'examine point s'ils sont matériels ou non,* mais je me contente de déterminer les trajectoires des corps qui peuvent être semblables à celles que décrivent les rayons. »

» Je me permets de faire remarquer que les personnes qui s'appuient sur ce passage, à savoir l'*analogie* du mouvement de la lumière avec celui des *autres projectiles* pour affirmer que Newton comparait les *corpuscules lumineux* aux projectiles lancés par une arme à feu, ont donné lieu à une *pétition de principe,* puisque, après ce passage, Newton déclare *ne pas s'occuper de la nature des rayons,* mais seulement de la comparaison des trajectoires de ces rayons avec celles des corps; en outre, la traduction de M. Hauréau est la preuve que rien dans le texte n'a trait à ces mots et *celui des autres projectiles* comprenant la lumière implicitement.

NEWTON AU POINT DE VUE DE LA MÉTHODE.

» 24. Newton, envisagé comme auteur de l'*analyse* et de la *synthèse* de la lumière, a-t-il été considéré comme il devait l'être à une époque où la Chimie n'existait pas? Sans hésiter, je réponds négativement à cette question; et, après l'époque où, grâce à Lavoisier, la Chimie a pu être caractérisée la Science dont le but spécial est de réduire la matière en types déterminés dont l'ensemble des propriétés caractérise chacun des types, personne, à ma connaissance, n'a fait la remarque que le travail de Newton sur l'*analyse* et la *synthèse* de la lumière est un exemple que le grand homme avait étudié la lumière à la façon dont les chimistes devaient un jour étudier la matière pondérable pour la réduire en *espèces chimiques définies* par leurs propriétés.

» 25. Afin de bien comprendre la propagation de la lumière blanche et celle de ses rayons, causes des couleurs attribuées par Newton à un mouvement vibratoire comparable à celui de l'air, cause des sons résultant du mouvement vibratoire de ce fluide éminemment élastique et pondérable, comme Newton l'admettait d'après la grande découverte de Galilée, il faut distinguer une différence fort grande d'une part entre les rayons lumineux produisant chacun la sensation d'une couleur déterminée et constamment la même après avoir subi un certain nombre de réfractions, et, d'une autre part, entre les sons, eu égard à ce que l'on nomme la *gravité* et l'*acuïté des sons* d'un même corps sonore; si cette différence, comme celle des rayons simples, tient à la différence de grandeur ou de vitesse des vibrations, il existe entre les différences mutuelles des rayons simples de la lumière

une différence mutuelle incomparablement plus grande que les différences mutuelles existant entre les sons d'un même corps sonore, eu égard à la *gravité* et à l'*acuïté* des sons.

» 26. Ces différences, pour être saisies d'une manière précise, exigent, ainsi que nous l'avons dit, la connaissance de la signification des mots *variétés, races, sous-espèces, espèces, genre, familles, ordre, classes, embranchements, règne,* employés par les naturalistes occupés de la classification des êtres vivants, soit animaux, soit végétaux.

» 27. Newton n'a pas admis définitivement des rayons de lumière d'*espèces différentes,* et caractérisées chacune par la propriété de produire en nous constamment une couleur unique et toujours la même, et, après avoir constaté et mesuré la *réflexibilité* et la *réfrangibilité* de chacun de ces rayons, et la constance de ces propriétés que l'on reconnaît évidemment exister hors de nous, il les a considérées comme inhérentes à chaque rayon et le caractérisant; de plus, il a admis que le rayon produisant la sensation du rouge était formé des corpuscules les plus gros, et dès lors les moins *réflexibles* et les moins *réfrangibles,* tandis que les corpuscules du rayon donnant la sensation du violet étaient les moins gros, et dès lors les plus *réflexibles* et les plus *réfrangibles.*

» 28. La conséquence pour Newton a été l'emploi du mot *espèce,* appliqué à chacun des sept rayons, et l'impossibilité que l'un d'eux produisît sur l'œil une autre sensation que celle qu'il devait à la grosseur spécifique des corpuscules inhérents à son espèce.

» 29. Évidemment, de cette manière de considérer sept espèces de rayons de lumière émanés du Soleil dérive la conséquence qu'un même corps sonore ne peut donner des groupes de rayons différant entre eux autant que diffèrent entre eux les rayons de lumière; car le même corps sonore est susceptible de produire un ensemble de sons musicaux appelés *gamme,* et de produire un nombre en quelque sorte indéfini de sons, depuis la gamme la plus grave jusqu'à la gamme la plus aiguë; dès lors, à l'égard des sons, le mot *espèce* est inapplicable et le mot *variété* devient le mot propre.

» 30. Mon but ne serait pas atteint en ne fixant pas l'attention de mes lecteurs sur la distinction établie par Newton entre les propriétés qu'il a considérées comme inhérentes à la lumière et les propriétés qu'elle détermine en nous comme *sensations:* telle est la *blancheur* d'un faisceau de lumière, et telles sont les *sept couleurs* des rayons simples qu'on a séparés

les uns des autres. Or la blancheur et les couleurs sont *en nous* et *non dans la lumière*, ainsi que s'y trouvent les propriétés que nous attribuons à sa *réflexibilité* et à sa *réfrangibilité*, que l'on observe *hors de nous*.

» 31. Les chimistes ne reconnurent à l'*espèce chimique* que deux ordres de propriétés : les *physiques* et les *chimiques*. M'étant occupé constamment de l'espèce chimique, surtout de 1818 à 1826, je pensai qu'il existe dans les espèces chimiques un ordre de *propriétés* tout à fait indépendantes des propriétés *physiques* et des propriétés *chimiques*, propriétés que je désignai par l'épithète *d'organoleptiques*, parce qu'elles se manifestent dans les organes des êtres vivants, plantes et animaux, et j'aime à rappeler l'approbation qu'Ampère donna à cette distinction. Évidemment, les *odeurs*, les *saveurs*, les *propriétés* en vertu desquelles les corps sont *alimentaires*, *médicaments*, *poisons*, etc., appartiennent aux *propriétés organoleptiques*.

» 32. Après avoir reconnu l'indispensable nécessité d'établir l'ordre des *propriétés organoleptiques*, personne plus que moi n'estime l'élévation de l'esprit scientifique de Newton appréciant, il y a plus d'un siècle et demi, la différence existant d'une part entre la *blancheur* et les *couleurs*, pures sensations qui sont en nous et non dans la lumière, et d'une autre part des propriétés qui sont inhérentes à sa nature, comme la *réflexibilité* et la *réfrangibilité!*

» 33. En tenant compte des citations :

» 1° D'après lesquelles Newton attribue les sensations de la blancheur et celle des couleurs à des mouvements vibratoires;

» 2° D'après la comparaison qu'il établit entre la blancheur et les couleurs ainsi produites en nous d'une part, et d'une autre entre les sons produits en nous par les mouvements vibratoires de l'air;

» 3° D'après ce que je crois fondé, Newton appellerait *simples* les rayons produisant en nous les sensations du *rouge*, de l'*orangé*, du *jaune*, du *vert*, du *bleu*, de l'*indigo* et du *violet*, en les qualifiant d'*espèces*, je n'hésite point à les distinguer des divers sons musicaux produisant en nous des sensations de diverses gammes, depuis l'*ut le plus grave* jusqu'à l'*ut le plus aigu*, en appliquant à chacun de ces sons la dénomination de *simples variétés* à l'exclusion de la dénomination d'*espèces*.

» Il y a donc, à mon sens, la même différence entre les *diverses couleurs* qu'entre les *espèces d'un même genre* d'animaux ou de plantes, et entre divers sons la différence existant entre les *simples variétés d'individus d'une même espèce d'animal ou de plante*.

» 34. Si l'usage de la méthode *a posteriori* expérimentale recommande le

nom de Newton à la postérité, n'est-ce pas qu'un génie de cet ordre fut conduit à la pensée modeste et incontestable de prescrire à l'esprit humain, curieux de connaître la vérité, d'aspirer, non à la découverte de la *cause première* des phénomènes qu'il veut connaître, mais de limiter ses efforts à la découverte de la cause immédiate de tout phénomène qu'il désire connaître, tant il est convaincu de la faiblesse de l'esprit humain! Ce conseil, cette règle, montre la différence extrême entre l'esprit de Newton et l'esprit de Leibnitz, pour lequel la *cause première est* TOUT!

» 35. Cette différence entre deux esprits de cet ordre m'a déterminé, *dans l'intérêt de la vérité en toutes choses*, à examiner les deux méthodes en chacune d'elles *d'abord*, et *ensuite* à voir dans le temps écoulé depuis la mort des deux auteurs, jusqu'à l'époque actuelle, les découvertes scientifiques qui ont été faites par leurs successeurs, en tenant compte de la *méthode* a posteriori *expérimentale* de Newton et de la *méthode* a priori *la plus absolue*, telle que Leibnitz l'a recommandée.

» Mais auparavant, mon titre de Doyen des Étudiants de France m'impose l'obligation de laisser aux juges compétents à prononcer sur la question de savoir s'il est vrai de dire que, au point de vue des Mathématiques et de l'Optique, Newton a plus fait que Leibnitz pour la *Mécanique céleste*.

» Cette réserve faite, je résumerai aussi brièvement que possible ce que j'ai à dire de la méthode *a priori* de Leibnitz dans ces *considérations générales*.

LEIBNITZ AU POINT DE VUE DE LA MÉTHODE.

» 36. Il n'est pas à ma connaissance qu'un homme ayant quelque autorité scientifique ait professé avec Leibnitz les propositions suivantes :

» 1° Que tout est actif dans la nature, le minéral comme l'animal : en conséquence, l'*inertie* n'existe pas, et il est faux de dire qu'un corps communique le mouvement à un autre corps.

» 2° Qu'il n'existe aucune réalité dans les connaissances acquises par l'intermédiaire de nos sens et par l'imagination; nos connaissances réelles étant les idées archétypes, telles que Platon les concevait, et ces idées seules sont du domaine de l'*enseignement* pur ou divin. La conséquence de cette manière de voir est que nos sens ne nous donnent que des notions de choses moins incertaines que le sont celles des animaux.

» 3° Quant à l'*étendue limitée et l'impénétrabilité*, les deux propriétés admises par la généralité des savants, comme *caractères essentiels de la matière*, n'existent pas; pour être dans la vérité, il faut les remplacer par

des *unités numériques*, appelées *monades* par Leibnitz, en recourant à la *faculté d'abstraire* qualifiée par lui d'*admirable*.

» Cette expression me suscite, ici même, une remarque d'une nécessité absolue pour prévenir tout malentendu. Sous la plume de Leibnitz, *abstraire* ne signifie pas seulement *exclure*, mais encore *remplacer* ou, d'une manière plus précise, *substituer à une chose une autre chose toute différente :* par exemple on caractérise aujourd'hui ce qui est *matière* par l'*étendue limitée* et l'*impénétrabilité* résistant à la main qui la presse; eh bien, Leibnitz substitue à cette matière des *unités numériques, monades*, êtres simples inétendus, résistant à la main en vertu de la *force* dont elles ont été douées dès leur création par Dieu.

» 37. La recherche de la vérité en toutes choses est, selon Leibnitz, celle de la *cause première*, principe opposé à la méthode de la Philosophie naturelle de Newton prescrivant avant tout la recherche de la *cause prochaine;* en d'autres termes que, graduellement, on peut s'élever de recherches en recherches vers la *cause première*, ou, comme on le dit vulgairement, *on va du connu à l'inconnu :* ce que Leibnitz estime le plus, en recherches philosophiques, est la rigueur du raisonnement dans la *déduction logique d'un principe* posé en premier lieu.

» Quelle est la conséquence de tout ce qui précède?

» C'est que la connaissance d'un *principe* concernant le *monde matériel* dépend uniquement de l'*enseignement pur* qui est *celui de Dieu même;* en d'autres termes, la démonstration parfaite, en excluant la participation des *sens* et celle de l'*imagination*, a pour critérium, selon Leibnitz, la rigueur des *déductions logiques d'un principe*.

» Suis-je éloigné de la vérité en *concluant* qu'une telle manière de procéder pour connaître une vérité du monde extérieur a pour conséquence d'ériger en *règle philosophique* l'*erreur* appelée *pétition de principe?*

» 38. Pour prendre une idée précise de la manière dont Leibnitz procède à la recherche de la connaissance du monde matériel, à l'exclusion de l'*intervention des sens et de l'imagination*, en ne recourant qu'à l'*enseignement pur, comme celui de Dieu même*, assure-t-il, il faut rappeler avant tout le système de critique auquel j'ai soumis Newton en montrant le degré d'élévation des sciences physico-chimiques auquel l'ont porté ses successeurs en suivant la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, telle qu'il la prescrite [1]. Leibnitz, soumis au même système de critique, se montrera

[1] Voir *Considérations générales sur les méthodes scientifiques*, etc., alinéas 367 à 396 inclusivement. XLIIe volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences*.

bien différent de Newton, et cependant nous citerons surtout, comme juge de ce philosophe allemand, Maine de Biran, un de ses plus grands admirateurs parmi les philosophes absolument spiritualistes.

» 39. Voici les passages de Maine de Biran :

« ....

» La possibilité est donc avant l'actuel, comme l'*abstrait* avant le *concret*, la *notion universelle* avant la représentation *singulière*. Certainement les métaphysiciens géomètres doivent tous être plus ou moins enclins à mettre la raison humaine en calcul ou à prendre souvent les *formes* pour le *fond des choses*.

» Mais la FOI LOGIQUE de Leibnitz remonte plus haut que les signes; elle tire son caractère tout absolu de la nature même des principes tels qu'il les entend, dans un sens rapproché de celui des idées-modèles ou archétypes de Platon, ainsi que nous le verrons ailleurs. Cette *foi* de l'auteur du système des monades dans la réalité des CONCEPTS les plus *abstraits, ne peut se comparer qu'à celle de Spinosa*, esprit aussi *éminemment et encore plus exclusivement logique*, pour qui rien ne pouvait contrebalancer ni distraire la *toute-puissance* des déductions. Aux yeux de Leibnitz, en effet, *comme à ceux de Spinosa*, l'ordre et la liaison régulière établis entre les notions ou les termes correspondent parfaitement, ou même sont identiques à l'ordre, à la liaison réelle des choses de la nature, des êtres tels qu'ils sont. *C'est sur la même supposition que se fondent et la monadologie et le panthéisme.* »

» Et Maine de Biran ajoute :

« A quoi a-t-il tenu que Leibnitz ne se soit pas laissé aller à cette pente dangereuse qui, depuis l'origine de la Philosophie, entraîne les spéculateurs les plus profonds et les plus hardis vers ce CONCEPT vide de grand tout, *néant divinisé, gouffre dévorateur où vient s'absorber toute existence individuelle?* ..... »

» 40. Je m'abstiens de citer un passage où Maine de Biran dit que « Malebranche et Spinosa se rencontrent dans la même route; la *logique* » les unit, le *mysticisme* les sépare ». Cette critique de Maine de Biran ne tombe pas sur Leibnitz ni sur Malebranche, mais elle concerne l'*enthymême* de Descartes. Au reste, à la fin de cet écrit (alinéa 52), je reviendrai sur le *genre de critique* auquel Maine de Biran me paraît s'être livré, eu égard à Leibnitz (alin. 32).

» 41. Maine de Biran, après avoir parlé du sens dans lequel Leibnitz attribuait à toutes les monades (ou êtres simples) la faculté de représenter l'univers à sa manière.... ajoute la réflexion suivante :

« Mais sur quoi fonder l'hypothèse d'une sorte de représentation réciproque *entre* l'OBJET et le SUJET, entre le *signe pensé ou conçu* et l'esprit qui pense ou conçoit, en donnant au signe sa CAPACITÉ REPRÉSENTATIVE? C'est là vraiment le *côté obscur de la monadologie*, et Leibnitz n'a pas *cherché à éclaircir* l'équivoque de mots tels que REPRÉSENTATION, PERCEPTION semble ici lui faire illusion. Ces termes, en effet, comme presque *tous ceux de la*

science psychologique, offrent un *double sens à l'esprit, et se présentent aussi à deux points de vue opposés*, INTERNE et EXTERNE, *relatif* et *absolu*. Si, aux yeux de Dieu, *chaque monade représente l'univers, que pourrait être dans l'intérieur même de cette monade une représentation ou perception, infiniment complexe, dont le sujet ne sait pas* qu'il représente, on n'a pas même le *plus simple, le plus obscur sentiment de son existence ?...* »

» 42. Certes, loin de me laisser aller à la moindre critique sur les réflexions de Maine de Biran, j'exprimerai mon étonnement qu'elles soient précédées de l'approbation qu'il donne explicitement à la critique faite par Leibnitz du fameux ENTHYMÊME de Descartes, JE PENSE, DONC JE SUIS, et que Maine de Biran ait écrit les lignes suivantes sans aucune observation restrictive :

« Les idées simples de sensations, les COULEURS, les SONS, les SAVEURS ne sont certainement qu'en nous-mêmes *et nullement dans les objets qu'elles nous représentent :* tout ce que nous appelons OBJETS ne *consiste donc que dans nos idées* et puisque d'ailleurs il n'y a d'AUTRE CAUSE DE FORCE QUE DIEU *qui produit la modification* comme il créa les êtres, le MONDE SENSIBLE N'EST QU'APPARENCE, PUR PHÉNOMÈNE SANS RÉALITÉ. »

» 43. Cet ordre d'idées conduit à penser que des philosophes lettrés, sans nier l'*existence des monades*, ont signalé des obscurités, des exagérations, des opinions même erronées, susceptibles de devenir fondamentales par la manière dont quelques critiques ont parlé de la *loi de la continuité* et de l'*harmonie préétablie* de Leibnitz, en avançant des propositions qui peuvent sembler incompatibles avec le *système des monades*.

» Nous voyons que Maine de Biran, après avoir fait ces critiques à propos de Leibnitz, critiques que nous avons reproduites textuellement plus haut (alinéa 38), s'est exposé par les lignes qu'on vient de lire aux critiques qu'il a faites antérieurement à propos de Leibnitz : lorsque, après avoir ajouté aux *couleurs* distinguées *des propriétés que le génie de Newton a qualifiées d'inhérentes à la lumière*, comme la *réfrangibilité* et la *réflexibilité*, Maine de Biran (alinéa 41) ne se rend-il pas passible de la même critique lorsqu'il écrit : « Il n'y a d'*autre cause de force que Dieu, qui produit les modifications comme il a créé les êtres ; le monde sensible n'est qu'apparence, pur phénomène sans réalité* » ?

» 44. Ces citations suffisent sans doute, pour ne pas insister davantage, sur l'extrême différence existant entre les progrès des sciences, depuis la mort de Newton et de Leibnitz, en faisant la part des progrès qui résultèrent de la méthode *a posteriori* expérimentale telle que l'a pratiquée Newton, et ceux de la méthode *a priori* telle que l'a comprise Leibnitz, en la portant au plus haut degré d'abstraction.

» En effet, incontestablement la part de la *méthode* a posteriori *expérimentale*, telle que l'ont pratiquée Newton et ses successeurs les plus dignes, est la cause des progrès des sciences physico-chimiques parvenues de nos jours à un degré tout à fait imprévu du philosophe et du savant du passé; tandis que la part de la *méthode* a priori *la plus absolue*, telle que Leibnitz l'avait conçue, fermait la voie à ces progrès, le monde matériel accessible aux sens ou à l'imagination dont l'étude ne conduisait, selon lui, à *aucune réalité, tandis que le monde inétendu et spirituel*, représenté par des *monades, unités numériques* essentiellement actives dès leur création, étaient l'*objet de l'enseignement pur qui est celui de Dieu même*, dit Leibnitz.

RÉFLEXIONS FINALES.

» 45. Suffit-il d'avoir exposé la différence de deux méthodes scientifiques diamétralement opposées, celle de Newton et celle de Leibnitz, pour que le sujet si important soit épuisé? Au point de vue philosophique le plus général, je ne le pense pas.

» La Philosophie remonte sans doute à des époques fort reculées; après que les sociétés humaines furent fixées et leur nourriture assurée, des individus intelligents sentirent la nécessité de prolonger la durée de la société à laquelle ils appartenaient. En portant leur attention sur les conditions à remplir pour atteindre leur but, nul doute qu'ils furent conduits à s'occuper des choses du ressort *de la morale, de la religion et du droit, rentrant dans la Philosophie*, qui longtemps fut toute *dogmatique*. Peu à peu elle s'étendit, et à la Renaissance elle commença à profiter de l'*expérience* : les écrits du chancelier Bacon, en en recommandant la pratique, ne peuvent être oubliés, eu égard à leur influence pour la répandre.

» Sans doute on m'approuvera *de mon système de critique fondé sur l'examen* distinct des œuvres individuelles comparées au double point de vue, et de l'examen intrinsèque de l'œuvre, et de l'examen de l'influence qu'elle a exercée, après la mort de leurs auteurs, dans la postérité, en faisant remarquer que ma critique de Leibnitz, si favorable à Newton, n'émane pas de moi, bornée qu'elle est à un simple assentiment de ma part à celle qui émane de Maine de Biran, philosophe absolument spiritualiste et admirateur du génie de Leibnitz.

» 46. Il a fallu, en effet, une grande hardiesse à Leibnitz pour établir le *système des monades* en en excluant absolument le *monde matériel*, dont l'enseignement, fondé sur les deux propriétés essentielles de la matière, l'*étendue limitée* et l'*impénétrabilité*, ne donne lieu, selon lui, à rien de réel,

tandis qu'en substituant à la *matière* des *unités numériques* inétendues, n'agissant en réalité que sur le sens du toucher, représenté par la main qui presse, un *système de monades;* grâce à la force inhérente à la nature qu'elles possèdent dès leur création, elles résistent à la main qui tend à les pénétrer. L'étude seule des monades comprend l'*enseignement pur,* qui est celui de la *vérité*, de la RÉALITÉ, en d'autres termes, celui de *Dieu même*.

» 47. Quelle est la conséquence de la philosophie de Leibnitz, du principe que l'enseignement fondé sur l'intervention des sens et de l'imagination ne donne que des connaissances dépourvues de toute réalité, tandis que l'*enseignement pur qui est celui de Dieu même* donne seul des connaissances réelles? Notre immortel Molière a mis sur la scène, à la portée de tous les esprits, la conséquence du principe de Leibnitz, dans une petite pièce intitulée *le Mariage forcé* ou *Sganarelle.*

» *Sganarelle*, âgé de cinquante-deux ans, mais se sentant bien constitué, veut se marier avec Dorimène, jolie personne de vingt ans. Le jour même du mariage, il a sur la scène une conversation avec elle, et, de sa bouche même, il apprend que le but de son mariage sera la *liberté* grâce à laquelle elle sera affranchie de l'autorité paternelle. Un tel aveu donne à réfléchir au futur mari; mais, reculant devant une résolution définitive, Sganarelle, après avoir consulté un philosophe aristotélicien duquel il n'a rien pu tirer, recourt à un philosophe du nom de Marphurius, professant le *scepticisme;* il ne croit à rien de l'existence du monde extérieur, comme en témoigne le dialogue suivant entre Sganarelle et Marphurius :

« MARPHURIUS. — Que voulez-vous de moy, seigneur Sganarelle?

» SGANARELLE. — Seigneur docteur, j'aurais besoin de votre conseil sur une petite affaire dont il s'agit, et je suis venu pour cela. Ah! voilà qui va bien. Il écoute le monde, celui-cy.

» MARPHURIUS. — Seigneur Sganarelle, changez, s'il vous plaît, cette façon de parler. Nostre philosophie ordonne de ne point énoncer de proposition décisive, de parler de tout avec incertitude, de suspendre toujours son jugement, et, par cette raison, vous ne devez pas dire : je suis venu, mais, il me semble que je suis venu.

» SGANARELLE. — Il me semble?

» MARPHURIUS. — Ouy.

» SGANARELLE. — Parbleu, il faut bien qu'il me semble, puisque cela est.

» MARPHURINS. — Ce n'est pas une conséquence, il peut vous sembler sans que la chose soit véritable.

» SGANARELLE. — Comment, il n'est pas vrai que je suis venu?

» MARPHURIUS. — Cela est incertain et nous devons douter de tout.

» SGANARELLE. — Quoy, je ne suis pas icy, et vous ne me parlez pas?

» MARPHURIUS. — Je m'apparoist que vous êtes là, et il me semble que vous me parlez, mais il n'est pas assuré que cela soit.

» SGANARELLE. — Eh! que diable! vous vous moquez. Me voilà et vous voilà bien autrement; et il n'y a point de me semble à tout cela. Laissons ces subtilités, je vous prie, et parlons de notre affaire. Je viens vous dire que j'ay envie de me marier.

....

» 48. L'avouerai-je, malgré mon admiration pour Newton, je reculai devant la citation que je viens de faire, dans la crainte de donner à penser que toute arme m'était bonne quand il s'agissait d'assurer le triomphe de mon opinion, et que je manquais à toute convenance en citant Molière avec l'intention d'abaisser un génie dont je suis un admirateur, et en outre je rappelle que je n'ai jamais admis comme vraie l'expression d'un *homme complet:* tel est le motif pour lequel je n'ai pas cité Molière dans mes *Considérations générales sur les méthodes scientifiques* déjà imprimées ([1]). Pourquoi ai-je changé d'opinion? Le passage suivant d'un écrit de Leibnitz même va l'expliquer. Il est extrait du Recueil de ses œuvres par Dutens (t. V, p. 8 et 9).

« 49. ... Il est vrai que je n'entrai dans les plus profondes qu'après avoir conversé avec M. Huygens, à Paris. Mais, quand je cherchai les dernières raisons du *mécanisme* et des lois mêmes du mouvement, je fus tout surpris de voir qu'il était impossible de les trouver dans les Mathématiques et qu'il fallait retourner à la Métaphysique. C'est ce qui me ramena aux entéléchies, et du matériel au formel; et me fit enfin comprendre, après plusieurs corrections et avancement de mes notions, que les *monades,* ou les substances simples, sont les seules véritables substances, et que les choses matérielles ne sont que des phénomènes, mais bien fondés et bien liés. C'est de quoi *Platon* et même les académiciens postérieurs, et encore les SCEPTIQUES, ont entrevu quelque chose; mais ces Messieurs, après *Platon,* n'en ont pas si bien usé que lui. »

» 50. Sans doute Leibnitz avait conçu des idées bien plus élevées des *entéléchies* d'Aristote et des *idées archétypes* de Platon que les *sceptiques,* mais il approuvait en eux l'opinion qu'ils avaient de l'imperfection des sens pour connaître le monde extérieur, et sans doute, après la citation de Platon, son intention était de citer des personnes qu'il jugeait lui être très inférieures, mais qui partageaient son opinion sur le manque de réalité des notions acquises par les sens. Cette citation de Leibnitz même a dissipé tous les scrupules que d'abord j'avais eu à la faire, et n'est-ce rien pour moi que *de mettre en évidence, à la portée de tous, combien la distinction des* PRO-

---

([1]) XLIIe Volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*

PRIÉTÉS ORGANOLEPTIQUES *a sa raison d'être*, puisque, en mettant à la portée de tous les esprits l'énormité de l'erreur des *sceptiques*, pour lesquels tous les corps du monde extérieur ne les affectent que par des *propriétés* définies aujourd'hui comme différentes des propriétés et physiques et chimiques, et que l'assentiment que Leibnitz donne à leur doctrine rehausse encore, s'il est possible, la sublimité de l'esprit de Newton, auteur incontestable de la première distinction qui ait été faite dans la lumière de ses propriétés organoleptiques, la blancheur et les couleurs, d'avec les propriétés qui lui sont inhérentes, comme la *réfrangibilité* et la *réflexibilité* ?

» 51. Je ne puis mieux terminer ces réflexions qu'en rappelant que Leibnitz fut, en définitive, conduit à associer la *matière* à la *substance* qui, à l'état de pureté, représentait Dieu même, le créateur du monde. Il étendait si loin l'*association de la matière aux monades*, qu'il la regardait comme existant dans l'*ange*, à plus forte raison dans les êtres vivants, hommes, animaux, plantes, et encore dans tous les corps privés de la vie; en définitive, il comptait autant d'espèces de monades que nous distinguons d'espèces d'êtres vivants et de corps inanimés et, dans un même être, il n'admettait pas deux monades identiques; c'est donc grâce à cette association que l'ange était visible par sa *matière* et que le corps inanimé était essentiellement actif par ses *monades!*

» On ne peut parler de cette association de la *substance* à la *matière* admise par Leibnitz sans rappeler que Newton admettait l'existence de *substances éthérées*, plus rares et plus élastiques que l'*éther*, être simple, considéré par Huygens comme *lumière en mouvement*, dès 1690, et n'oublions pas que Newton considérait une de ces substances comme pouvant être la cause de la pesanteur et l'intermédiaire qui transmettait la volonté du *sensorium* par l'intermédiaire du nerf au muscle pour le contracter ou le détendre, enfin qu'il ne regardait pas comme impossible que la *matière pondérable se transformât en lumière* et la *lumière en matière pondérable*.

» 52. Si quelques-unes de mes réflexions relatives au genre de critique à laquelle Maine de Biran s'est livré pour juger Leibnitz ne semblaient pas fondées à des personnes sérieuses qui les liront, j'invoquerais près d'elles, comme excuse, ma profonde conviction de la supériorité de la *méthode* A POSTERIORI de Newton appliquée à tous les cas du ressort de l'expérience sur la *méthode* A PRIORI, telle que l'a conçue Leibnitz.

» Les *principes de la critique* de Maine de Biran comprenant l'ensemble des cas particuliers du ressort de ce principe sont, selon moi, exposés de la manière la plus précise et la plus claire; mais, plus j'ai lu et relu ce qu'il

en a écrit, et plus ma certitude s'est accrue que Maine de Biran s'est exprimé avec l'intention de montrer que Leibnitz était en dehors de cette critique. Or, je ne conçois pas comment la critique de l'*enthymème : je pense, donc je suis,* s'applique à Descartes à l'exclusion de Leibnitz même, ni comment Maine de Biran (alinéas 41 et 42), à l'instar de Leibnitz et des sceptiques, a considéré les corps comme ne présentant que des *propriétés uniquement* ORGANOLEPTIQUES.

» 53. Enfin le système de critique énoncé plus haut (alinéas 4 et 43), comprenant l'examen des œuvres respectives de Newton et de Leibnitz, fait intrinsèquement, et l'examen de l'influence respective de chacune d'elles sur le progrès des Sciences, depuis la mort des deux auteurs, a été tout favorable à la supériorité de l'œuvre de Newton sur celle de Leibnitz et, en mettant à part ce qu'il y a de vrai dans la loi de la continuité et la loi de l'harmonie préétablie de Leibnitz pour en restreindre les rapports avec le système des monades, on ne peut les considérer, à mon sens, comme en en démontrant incontestablement la réalité.

CHAPITRE IV. — APERÇUS RELATIFS A DES FAITS INDÉPENDANTS DE LA VISION DES COULEURS QUI SEMBLENT A L'AUTEUR (M. CHEVREUL) SUSCEPTIBLES D'ÊTRE ÉCLAIRÉS PAR L'ÉTUDE DES CONTRASTES DE COULEURS.

» 54. Depuis que j'étudie, j'ai constamment cherché à me rendre compte de la manière dont je parvenais à connaître la vérité dans un sujet qui m'occupait, afin de profiter des notions acquises pour m'éclairer dans les sujets qui m'occuperaient ultérieurement. Grâce à cette manière de procéder, j'ai pu, de 1825 à 1827, attribuer le phénomène du contraste simultané des couleurs, que deux zones A et B de couleurs non complémentaires juxtaposées présentent à la lumière blanche, que toutes les deux réfléchissent en même temps que la couleur propre à chacune d'elles, et cela parce que, sur les bancs de l'École centrale d'Angers, j'avais reconnu la différence du *noir absolu* d'avec le *noir matériel,* lequel, réfléchissant à l'exclusion du premier de la lumière blanche, est le seul qui, en raison de cette lumière blanche, donne lieu à la manifestation du phénomène du *contraste simultané.* Si la loi publiée en 1828 est encore exacte, l'explication de toutes les circonstances n'en fut bien démontrée qu'après le mois de février de l'année 1878, époque où je découvris le *contraste rotatif* et imaginai les *pirouettes complémentaires,* disques circulaires de $0^m,14$ à $0^m,20$ de diamètre dont une des moitiés diamétrales est d'une *couleur* A, tandis que l'autre moitié est *blanche;* un mouvement de rotation, compris entre 170 et 50 tours à la

minute, fait apparaître aux yeux sur la moitié blanche la complémentaire C de A. Ces pirouettes permettent de reconnaître si les yeux sont aptes à bien voir les couleurs.

» 55. En définitive, la loi du contraste simultané de deux zones juxtaposées, l'une de couleur A et l'autre de couleur B non complémentaires, apparaissent modifiées comme si les deux couleurs perdaient de ce qu'elles ont d'identique, ou comme si la complémentaire C de A s'ajoutait à B, et la complémentaire C' de B s'ajoutait à A.

» La découverte du *contraste rotatif*, tout en confirmant la modification des deux couleurs, a ajouté un fait nouveau : savoir, celui de l'*augmentation du ton* de chacune des deux couleurs A et B juxtaposées, phénomène qui se manifeste indépendamment de *celui du contraste*.

» On se représente fidèlement les modifications des deux couleurs A et B, en considérant pour chacune d'elles deux fractions de lumière blanche.

Premier phénomène. — *Augmentation de ton.*

» La première fraction de A est représentée par a identique à A; cette fraction de lumière blanche égale donc $a + c$ sa complémentaire.

» La première fraction de B est représentée par $b + c'$.

Deuxième phénomène. — *Contrastes des couleurs.*

» La seconde fraction de A est représentée par $b + c'$.

» La seconde fraction B est représentée par $a + c$.

Premier phénomène. — *Élévation du ton.*

» La fraction de lumière blanche de A n'agit sur la rétine que par a.

» La fraction de lumière blanche de B n'agit sur la rétine que par b.

Deuxième phénomène. — *Contrastes des couleurs.*

» La fraction de lumière blanche de A n'agit sur la rétine que par c'.

» La fraction de lumière blanche de B n'agit sur la rétine que par c.

» 56. Sans prétendre donner au principe du contraste simultané des couleurs une extension dogmatique qui semblerait exagérée, je ne sortirai pas de la vérité en insistant sur l'intérêt dont ce phénomène me semble être aujourd'hui susceptible. Si, à l'origine de sa publication, ce principe trouva beaucoup d'indifférence et même de préventions contre sa réalité chez des personnes qu'on aurait pu croire disposées à l'étudier, puisqu'il expliquait des faits de la vision des couleurs qui ne l'avaient jamais été, celui des *ombres colorées* par exemple, une des raisons de le rejeter était

l'opposition du principe à ce qu'on savait de tout temps du principe du *mélange des couleurs*, d'après lequel on sait que le mélange du *rouge et du jaune* fait de l'*orangé;* que celui du *rouge et du bleu*, du *violet;* et celui du *jaune et du bleu*, du *vert*. Enfin je ne puis omettre de rapporter une seconde prévention contre la découverte du *contraste :* c'était précisément ma position de directeur des teintures des manufactures royales des Gobelins, de Beauvais et de la Savonnerie qui m'avait fait appeler à cette place comme chimiste. Or il est vrai qu'à cette époque tout le monde ignorait le contraste simultané des couleurs; personne, ni aux Gobelins ni ailleurs, ne savait qu'il existait un travail étranger à la Chimie qui appartenait à la Physique physiologique. Telle est l'explication la plus concise que je puisse donner du peu de disposition que les personnes les plus intéressées à connaître le phénomène du contraste simultané avaient pour l'accueillir comme nouveauté; l'esquisse que je donne en ce moment deviendra plus tard une narration détaillée que je juge nécessaire dans l'intérêt du progrès, eu égard à plusieurs choses que je me garde en ce moment d'exposer.

57. Le *contraste simultané des couleurs* est donc un principe dont personne, avant 1827, n'avait soupçonné l'existence. Qu'était-il en réalité? Une *opération de l'esprit* mise en pratique depuis l'existence de la société humaine, *la comparaison entre des choses* telles que aliments, vêtements, draperies pour meubles, etc, ou entre des *personnes* depuis les familles nombreuses, les plus humbles jusqu'aux plus élevées; l'inégalité d'affection et de sympathie pouvant exister de la part des pères et mères pour les enfants, et réciproquement de la part des enfants pour leurs ascendants, sujets sur lesquels je reviendrai comme utiles à traiter dans l'intérêt de la vérité et celui de la société.

Le *contraste simultané des couleurs* et la *comparaison* pour les yeux bien organisés donnent lieu à des jugements différents dans des circonstances variées; quant à ce qu'on peut comparer, par exemple, entre couleurs juxtaposées, la comparaison peut porter sur la beauté intrinsèque des deux couleurs juxtaposées relativement à ce qu'elles paraissent isolées l'une de l'autre : on peut juger des associations binaires eu égard à d'autres associations binaires, etc.

» Avec mon désir que la Philosophie lettrée de l'école telle qu'elle est aujourd'hui profite du progrès de la Philosophie naturelle, telle que Newton l'a envisagée, eu égard aux Sciences expérimentales physico-chimiques, je ne doute pas de ce que la Philosophie gagnera au double point de vue de

la Physiologie, de la Psychologie et de la Morale même, en n'enseignant que des connaissances du ressort des sens et d'une démonstration aussi simple qu'exacte; en définitive, ce que je désire surtout, c'est que le maître insistât sur ce qu'il peut y avoir d'exagéré dans le *jugement des choses ou des personnes qui sont l'objet d'une comparaison.*

» 58. Dès mon enfance l'histoire m'intéressait beaucoup et, sans m'en rendre compte, les parallèles établis entre des hommes dont Plutarque a écrit la vie ne produisait pas en moi, lecteur, ce que l'auteur en attendait. Pourquoi cela? Dans ces derniers temps, je m'en suis rendu un compte satisfaisant et conforme à d'anciennes impressions remontant à la découverte du *contraste simultané des couleurs,* vers 1827 à 1828, et s'appliquant déjà même aux personnes et aux choses comparées. Aujourd'hui ce n'est plus la probabilité, c'est la certitude; vu la faiblesse humaine et comme étudiant et professeur, sachant combien la science du maître dépend de l'art de maintenir l'attention de ses auditeurs quand il a eu le bonheur de l'éveiller, j'ai acquis enfin la certitude que le but de l'enseignement n'était atteint qu'à la condition de revenir sur les *comparaisons* qu'on avait pu établir préalablement, afin de faire remarquer que, n'ayant parlé alors que de différences, sans tenir compte de ce qu'il pouvait y avoir de *ressemblance* entre les sujets comparés, il fallait dans le jugement final, pour être vrai, avoir égard à ces similitudes. Je ferai deux applications de ces idées, l'une au grand Condé et à Turenne et l'autre à deux médecins dont les mérites respectifs correspondront à ceux des deux illustres guerriers.

» Le prince de Condé est connu principalement sur le champ de bataille par une décision prise au moment même et dont la conséquence est la victoire. Turenne, plus réfléchi, cherche à prévoir avant la bataille les projets de l'ennemi, afin de lui résister et de conformer ses attaques aux fautes qu'il pourra commettre. Si une diversité existait entre ces deux illustres guerriers, ce serait une grande erreur de croire que tous les deux n'avaient pas des qualités qui les rapprochaient, mais ces qualités n'étaient pas au même degré que celles qui les distinguaient l'un de l'autre.

» 59. Dans les carrières civiles, la même opposition existe : je me bornerai à un seul exemple, mais l'analogie qu'il a avec les illustres guerriers de l'exemple précédent n'échappera à personne; car il s'agit maintenant de deux médecins d'un mérite incontestable dont la maladie est l'ennemi qu'il faut combattre.

» Le premier médecin, correspondant au grand Condé, pourrait être qualifié d'*héroïque* comme le remède auquel il recourt souvent, mais en

employant cette expression je craindrais que le lecteur n'y vît de ma part une préférence donnée au premier sur le second, surtout en me servant de l'expression d'*expectant* pour désigner le génie du second médecin, disposé à faire intervenir la nature dans le traitement du malade qu'il est appelé à guérir.

» Prendre une décision dans un cas indéterminé comme celui dont je parle serait être en contradiction évidente avec la modestie que m'impose le titre de Doyen des Étudiants de France.

» 60. Il est, pour beaucoup de personnes, une expression proverbiale plus fréquente autrefois qu'elle ne l'est aujourd'hui : je fais allusion à l'expression *à beau mentir qui vient de loin;* mais, tout en reconnaissant qu'elle ne manque pas de vérité, j'y apporte cette restriction, qu'on l'applique à un certain nombre de personnes auxquelles l'intention d'être vraies n'a jamais manqué, mais ces personnes, aussi bien que leurs juges, ignorant la *loi du contraste simultané* et des applications dont elle peut être à des phénomènes en apparence étrangers à la vision des couleurs, ne peuvent se faire une idée juste de ce que toute comparaison peut avoir d'erroné lorsqu'on ignore l'exagération d'un jugement limité à une comparaison incomplète, comme celle que peut faire un voyageur en arrivant d'un pays où tout lui a semblé différent de ce qu'il avait vu dans son pays natal; pour exemple je citerai un fait qui ne m'est jamais sorti de la mémoire, quoiqu'il remonte aux premières années du siècle. J'avais seize ans lorsque, sorti de mon département de Maine-et-Loire et suivant au Collège de France le cours de Minéralogie et de Géologie de Jean-Claude Delamétherie, je fis la connaissance de M. Maclure, dont notre professeur me dit qu'il était le premier Anglo-Américain qui s'occupait de Géologie ; et bientôt l'intimité s'accrut dans nos courses aux environs de Paris, où le maître appliquait ses principes à la constitution des terrains de la capitale. J'ai conservé la mémoire de tout ce que j'ai gagné dans les dîners d'amis donnés régulièrement par M. Maclure dans son petit hôtel de la rue de Babylone, dont Delamétherie et Volney étaient des habitués. Voici ce que j'entendis raconter par M. Maclure : dans un premier voyage en Europe, les grands fleuves, tels que le Danube, le Rhin, le Rhône, la Garonne, la Loire, etc., ne lui avaient paru que de simples rivières comparativement à la grandeur des fleuves de l'Amérique qui lui étaient familiers dès l'enfance; mais il ajoutait qu'étant retourné en Amérique, puis revenu en Europe, l'exagération d'un premier jugement avait été réformée, et plusieurs fois je lui ai entendu rappeler cette observation, à laquelle il attachait une importance

que je n'ai jamais oubliée : aujourd'hui je me plais à la rappeler pour faire remarquer la justesse d'esprit d'un homme qui a donné à de simples observations le caractère expérimental, conformément à la pensée qui a dirigé les considérations que je viens d'exposer. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La station météorologique de l'Aigoual (Cévennes)*; par M. F. **Perrier**.

« M. le professeur Crova m'a prié d'offrir à l'Académie, au nom de la Commission météorologique de l'Hérault, dont il est le président, trois Tableaux qui sont la traduction graphique des observations continues faites à la station de Montpellier au moyen d'appareils enregistreurs, et des observations faites directement aux instruments et appareils à certaines heures de la journée.

» Ces Tableaux contiennent, sous une forme claire, et permettent de saisir à première vue tous les faits météorologiques qui se rapportent aux mois de décembre 1882, janvier et février 1883 : température, état hygrométrique, évaporation, pluie, nébulosité du ciel, pression barométrique, vitesse et intensité du vent, durée et intensité de la radiation solaire, etc.

» La station météorologique de Montpellier est installée, depuis un an à peine, dans les bâtiments et les jardins de l'École d'Agriculture, aux portes de la ville, au lieu dit *La Gaillarde*, à quelques kilomètres seulement de la mer (altitude, 45^m), et déjà elle est pourvue de tous les appareils nécessaires à l'observation des phénomènes simples. Des études plus délicates, touchant l'électricité atmosphérique, le magnétisme et la cyanométrie, y seront prochainement entreprises.

» Grâce au patronage actif de la Commission météorologique de l'Hérault, grâce à l'impulsion éclairée de M. le professeur Crova et de M. Foex, le directeur de l'École, grâce enfin au zèle des observateurs choisis jusqu'ici parmi les maîtres répétiteurs et les élèves, les observations sont faites à Montpellier avec méthode et intelligence, comme dans un observatoire de premier ordre fonctionnant depuis plusieurs années, et déjà l'on peut être assuré que cette station fournira des données précieuses à l'Agriculture pour l'étude des questions relatives à l'exploitation du sol, au régime des eaux, ainsi qu'au développement de la vie végétale et animale dans la région du bas Languedoc.

» Réduite à elle-même, elle ne présente toutefois qu'une importance secondaire pour la climatologie générale, la prévision du temps ou l'étude

des mouvements généraux de l'atmosphère ; mais elle ne tardera pas, même à ce point de vue, à acquérir une importance scientifique considérable par la création prochaine d'une station établie en pays de montagne, sur une cime des Cévennes.

» C'est du futur observatoire météorologique de l'Aigoual que je demande à l'Académie la permission de l'entretenir pendant quelques instants.

» Si, de Montpellier, par un temps clair, on tourne les yeux vers le Nord, on aperçoit, au delà du pic Saint-Loup, la chaîne des Cévennes qui ferme l'horizon de ce côté et au milieu de laquelle se dresse, comme un dôme superbe, le pic de l'Aigoual. Ce pic est situé sur la ligne de partage des deux versants de l'Océan et de la Méditerranée; et sur la pointe même se dresse la tour dite *de Cassini*, centre de station des triangulations françaises de Cassini et de l'État-Major, par $1^G,3825''$ de longitude Est, $49^G,0244''$ de latitude Nord, à 1567^m au-dessus du niveau de la mer.

» C'est du massif de l'Aigoual que partent, d'un côté, les vallées du Gardon et de l'Hérault pour affluer vers la Méditerranée et, de l'autre, celles de la Jonte, du Tarnon et du Tarn pour se diriger vers la Garonne et l'Océan. Vers le Nord, s'étendent les Causses de la Lozère et de l'Aveyron; à l'Est, on aperçoit le mont Ventoux et les Alpes, et, vers le Sud, à 80^{km} environ de distance, on aperçoit la Méditerranée et la côte, dont on peut suivre les sinuosités jusqu'au voisinage du Canigou (Pyrénées), parfaitement visible lorsque l'atmosphère est bien transparente.

» L'Aigoual est un observatoire naturel d'où l'on peut surveiller à la fois les bassins de la Garonne et du Rhône, la chaîne des Cévennes, le bas Languedoc, les Alpes et la mer : c'est comme un sémaphore d'où l'observateur peut signaler les orages qui se forment sur la Méditerranée ou qui viennent du continent africain, et annoncer les vents des Pyrénées toujours producteurs de grêles désastreuses, ainsi que les tempêtes océaniennes; c'est, à vrai dire, le nœud de la liaison météorologique entre la France du Nord et celle du Midi.

» Sur la Carte des pluies que j'ai fait placer sous les yeux de l'Académie, la région de l'Aigoual est indiquée par une teinte très foncée. Il tombe, en effet, sur l'Aigoual des quantités d'eau effroyables : à Valleraugue, par exemple, petite ville située dans la vallée de l'Hérault, au pied même des escarpements de l'Aigoual (altitude 360^m), la moyenne annuelle de pluie est triple environ de celle de Montpellier et dépasse souvent 2^m. Ce fait n'a rien de surprenant. La chaîne des Cévennes, qui est comme l'arête de

séparation de deux régions absolument distinctes au point de vue du climat, forme une barrière où viennent se rencontrer, surtout dans la région de l'Aigoual, les courants venus de l'Océan et de la Méditerranée, pour s'y combiner en gigantesques tourbillons et y produire, par condensation, ces immenses quantités d'eau qui, tombant en cataractes sur un sol peu perméable, peu boisé et à pente très rapide, transforment subitement des ruisseaux inoffensifs en torrents dévastateurs.

» L'Aigoual offre donc les conditions les plus favorables pour l'établissement d'une station météorologique de premier ordre et il n'est pas surprenant que la Faculté des Sciences de Montpellier, la Société de Géographie languedocienne, les savants de toute la contrée voisine, physiciens, géologues, botanistes, agriculteurs, parmi lesquels M. le professeur Viguié doit être cité en première ligne, aient émis souvent des vœux tendant à la création d'un observatoire en ce point. Le Conseil du Bureau central météorologique et l'Assemblée générale des météorologistes de France, consultés sur la création des observatoires régionaux et appelés à les classer suivant leur degré d'importance, ont placé l'Aigoual immédiatement après le mont Ventoux dans la série des observatoires qui doivent former le réseau météorologique primordial de la France.

» Mais les adhésions, les vœux et les votes de principe ne suffisaient pas. Il fallait encore, pour leur assurer une sanction effective, nous procurer les fonds nécessaires, sous peine de voir ajourner indéfiniment l'œuvre projetée.

» Assurément, il n'entrait pas dans notre pensée d'élever une construction coûteuse, un palais comme celui du Puy de Dôme; nous nous proposions simplement de créer une station réduite, comme bâtisse, à ses éléments essentiels, mais pourvue de bons instruments et desservie par un personnel de choix. En réduisant notre programme au strict nécessaire, une cinquantaine de mille francs paraissait suffisante; mais où découvrir pareille somme?

» C'est l'Aigoual même qui nous en a fourni les moyens.

» L'Administration des forêts, dirigée en 1881 par M. Cyprien Girerd, songeait depuis plusieurs années à reboiser les pentes autrefois verdoyantes, maintenant dénudées de l'Aigoual, afin de régulariser le régime instable des torrents, d'éviter les crues soudaines toujours suivies d'inondations calamiteuses et de retenir désormais les terrains meubles, ravinés ou entraînés par les eaux d'orage. Déjà, dans ce but, elle avait acheté plusieurs centaines d'hectares de terrain et songeait à en acquérir davantage. Elle se

trouvait donc placée dans la nécessité de construire, probablement à mi-côte, une maison forestière pour y loger deux gardes.

» Pourquoi cette maison ne serait-elle pas bâtie sur la crête, à l'Aigoual même? Pourquoi l'un des deux gardes ne serait-il pas à la fois observateur-météorologiste et télégraphiste? Ne serait-il pas possible, en s'adressant aux Conseils généraux ou municipaux de la région, aux Sociétés savantes, aux administrations intéressées, de réunir une somme qui, mise à la disposition des Forêts, permît d'élever, sur le pic même, une construction assez large pour servir de logement aux deux gardes, avec une ou deux chambres offrant un asile momentané aux savants, un petit laboratoire et une tour voisine où seraient installés les instruments et les appareils? Enfin, en s'adressant à la Faculté des Sciences de Montpellier, à la Commission météorologique de l'Hérault et au Bureau central météorologique de France, ne pourrait-on pas obtenir, à titre de don ou de prêt indéfini, le matériel scientifique de la station?

» Cette combinaison me paraissait simple et facilement réalisable : je la soumis d'abord à M. Girerd, qui l'approuva et me promit de la seconder de tout son pouvoir, et je me mis aussitôt en campagne pour recruter quelques subventions.

» A ma grande satisfaction, mes premières démarches furent couronnées d'un succès immédiat et je fus assez heureux pour réunir en quelques semaines une somme de *vingt-trois mille francs* : sur ma proposition, le Conseil général du Gard votait, en août 1881, une subvention de 5000^{fr} et, dans la même session, celui de l'Hérault, 3000^{fr}. Un généreux ami des Sciences, bien connu de l'Académie, M. Bischoffsheim, mettait gracieusement 5000^{fr} à notre disposition. Enfin, le service hydrotimétrique des travaux publics, sur la proposition de M. l'Inspecteur général Lefébure de Fourcy, promettait de nous donner 10 000^{fr}, sous cette seule réserve, qui rentrait dans notre programme, que le poste de l'Aigoual serait relié par un fil télégraphique avec les postes voisins de Valleraugue et de Florac, afin qu'il pût transmettre, sur les deux versants de la Méditerranée et de l'Océan, l'annonce des orages et des crues.

» Plus tard, M. Crova, au nom de la Commission météorologique de l'Hérault, et M. Mascart, au nom du Bureau central météorologique, s'engageaient, sous la réserve d'approbations supérieures qui ne sauraient être refusées, à nous fournir gratuitement et même à installer à l'Aigoual notre matériel scientifique.

» Toute difficulté paraissait ainsi levée; nous apportions à l'Administra-

tion des forêts, sous forme de subventions, une somme de 23 000^{fr} qui semblait suffisante pour couvrir les frais supplémentaires résultant de l'adjonction à la maison des gardes, payée avec ses propres ressources, d'une station météorologique complète. Notre combinaison, qui n'était d'abord qu'un rêve et comme une lointaine espérance, était bien près de devenir une réalité.

» L'Administration des forêts, dirigée aujourd'hui par M. Lorenz, très sympathique à notre œuvre, comme ses prédécesseurs, venait, en effet, de charger l'un de ses agents les plus actifs et les plus intelligents, M. le sous-inspecteur Fabre, de préparer l'avant-projet, avec plans et devis, du futur observatoire de l'Aigoual. Le chiffre de la dépense, dans cet avant-projet, s'élevait à 48 000^{fr}; l'Administration pouvait, sur ses propres crédits, disposer de 25 000^{fr} : nous en apportions 23 000^{fr}; le total nous donnait bien 48 000^{fr}, chiffre de la dépense probable.

» Mais, en pays de montagne, nous le savons, il faut, pour les constructions, s'attendre à des mécomptes et il est prudent de prévoir, pour les dépenses, des majorations aussi élevées qu'inattendues. Il fallait, en outre, donner à nos bâtisses un caractère de solidité bien accentuée, ou des formes spéciales, afin qu'elles pussent résister longtemps aux effets destructeurs des éléments atmosphériques trop souvent déchaînés dans ces hauts parages. Quelques milliers de francs étaient encore nécessaires pour parfaire notre établissement : je suis heureux d'annoncer à l'Académie que nous en avons trouvé la plus grosse part.

» Le 26 mars dernier, la Société d'Agriculture de l'Hérault, présidée par M. Vialla, justement soucieuse des intérêts agricoles de la contrée, a voté pour l'Aigoual une subvention de 1000^{fr}.

» Le Conseil de l'Association française pour l'avancement des Sciences, dans sa séance du 30 mars, a bien voulu nous octroyer 5000^{fr}; l'avocat de l'Aigoual auprès du Conseil, un avocat éloquent et convaincu, a été notre éminent confrère M. de Quatrefages, un Cévenol qui connaît bien l'Aigoual, car il est né près de Valleraugue, au pied de la montagne dont il a, dans sa jeunesse, escaladé les crêtes les plus escarpées et fouillé les ravins les plus profonds.

» Enfin, M. le maire de Nîmes, M. Margarot, nous annonçait, le 9 mai dernier, que le Conseil municipal de la grande cité nîmoise, toujours prêt à donner quand il s'agit de développer les institutions littéraires ou scientifiques de notre pays, nous avait accordé la somme de 1000^{fr}.

» Nous arrivons ainsi à un total de 30 000^{fr}, et ce n'est pas tout encore :

M. le Directeur de l'École d'Agriculture de Montpellier et plusieurs membres de la Société d'Agriculture de Nîmes nous ayant exposé tout l'intérêt qu'il y aurait à faire hiverner des graines, et notamment des graines de ver à soie en pays de haute montagne, nous avons pensé qu'en agrandissant les combles ou greniers de la maison des gardes on pourrait aisément y pratiquer cet hivernage, qui intéresse à un si haut degré les sériciculteurs.

» Assurément il en résulterait un petit surcroît de dépenses, mais nous avons espéré que la Direction de l'Agriculture voudrait bien faire pour nous ce qu'elle a déjà fait pour les observatoires du pic du Midi et du mont Ventoux, et nous lui avons demandé 5000^{fr}, que M. le Ministre de l'Agriculture nous a accordés par une décision toute récente du 17 mai courant.

» Cette décision nous est précieuse à bien des titres, car elle assure à notre projet, d'une manière définitive, les sympathies officielles et les encouragements efficaces du Ministre qui dirige avec tant de distinction les services si importants de l'Agriculture et des Forêts.

» La cause de l'Aigoual est aujourd'hui gagnée devant l'Administration des forêts. En exécution de la loi du 4 avril 1882, relative *à la restauration et à la conservation des terrains en montagne*, de vastes terrains ont été acquis autour de l'Aigoual, qui seront reboisés ou gazonnés; un nouveau projet, mieux approprié aux ressources nouvelles dont nous disposons, a été mis à l'étude, et je suis heureux d'annoncer à l'Académie que la France possédera bientôt un Observatoire météorologique de premier ordre, ayant son originalité propre, car il sera plus spécialement agricole et forestier et dépendra du Ministère de l'Agriculture: desservi par des agents forestiers aussi intelligents que dévoués, il rendra les plus grands services à l'agriculture et à l'industrie de nos régions languedociennes, si cruellement éprouvées depuis de longues années. Ce sera un véritable laboratoire scientifique pour les physiciens, les agriculteurs, les géologues, les botanistes du midi de la France, aussi bien que pour les savants ingénieurs du service des forêts, qui pourront y étudier une foule de questions d'une importance capitale : l'influence bienfaisante des forêts, leur rôle dans la conservation des eaux de l'hiver au profit des eaux de l'été, etc., et sauront y résoudre le problème météorologique que soulève la différence si tranchée, mais encore inexpliquée, des deux climats qui se partagent, de part et d'autre des Cévennes, la moitié méridionale de la France.

» Située dans le grand triangle formé par les observatoires du Puy de Dôme, du mont Ventoux et de Perpignan, reliée avec ces stations primor-

diales et avec toutes les stations secondaires par le fil télégraphique, la station de l'Aigoual pourra utiliser toutes les observations faites entre le Cantal, les Corbières, les Pyrénées, la mer et les Alpes, et servira comme de nouveau trait d'union météorologique entre la Méditerranée et l'Océan, entre la France et le Sahara algérien, entre l'Europe et l'Afrique.

» La première pierre du modeste édifice que l'Administration des forêts va élever au sommet de l'Aigoual sera posée au printemps de 1884; les travaux seront terminés dans le courant de l'année suivante 1885 et des observations régulières pourront y être entreprises vers la fin de la même année.

» Que l'Académie me permette, en terminant, d'exprimer devant elle toute notre reconnaissance à M. le Ministre de l'Agriculture, aux représentants des services publics et des Sociétés savantes, aux personnalités éminentes qui nous ont accordé leurs sympathies et nous sont venues en aide et, en particulier, à l'Administration des forêts qui veut bien accepter les subventions recueillies par nous et les faire servir à une œuvre dont la Science et la patrie française tireront honneur et profit. »

CHIMIE. — *Remarques sur le sulfate violet d'iridium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Dans ma Communication précédente (1), je n'ai pas clairement décrit la réaction de la potasse sur le sulfate vert d'iridium à froid. J'ai écrit en effet que la couleur se change en un bleu pâle, mais sans précipitation immédiate. Il aurait fallu dire que la couleur se change en un bleu pâle, *sans précipitation immédiate d'oxyde bleu violet;* car la teinte bleu pâle initiale est elle-même due à l'opalescence produite par un précipité bleu vert volumineux se contractant en une poudre verte ou verdâtre, qui devient lentement bleu violet, après avoir ordinairement passé par une teinte violette.

» Ces colorations violette et bleu violet se montrent rapidement à chaud. Elles paraissent bien dues à une oxydation. Ainsi une dissolution bouillante de sulfate vert d'iridium, sursaturée par la potasse également bouillante, n'acquiert dès l'abord qu'une nuance violette assez légère. Par agitation, en présence de l'air, la teinte violette s'accentue, devient de plus en plus bleue et il se dépose de l'oxyde bleu violet foncé. Dans une atmo-

(1) *Comptes rendus*, mai 1883, p. 1407.

sphère d'hydrogène, il ne se forme ni violet, ni bleu, même à chaud, mais la réaction a lieu dès qu'on introduit de l'air dans la liqueur alcaline. Le rétablissement du courant d'hydrogène fait de nouveau disparaître la teinte violette ou bleue, le précipité ne conservant plus qu'une nuance grise.

» L'acide sulfureux bleuit d'abord le sulfate d'iridium violet, puis le décolore complètement.

» Quand l'oxyde bleu violet a été desséché, ou même seulement soumis à une ébullition prolongée, il n'est plus que partiellement repris par l'acide sulfurique étendu.

» La solution aqueuse du sulfate violet-pensée perd presque totalement sa coloration quand on la fait longtemps bouillir; si on la sursature ensuite par la potasse, elle se colore de nouveau et donne un abondant précipité bleu violet, soluble dans SH^2O^4 étendu avec une teinte notablement plus bleue que celle du sulfate violet-pensée primitif. Les mêmes transformations ont lieu à froid, mais plus lentement. Tout en s'affaiblissant graduellement, la couleur du sulfate violet tourne au bleuâtre.

» L'acide chlorhydrique dissout l'oxyde bleu violet en donnant une liqueur violet-pensée qui passe successivement au bleu, au vert, enfin au jaune orangé. La chaleur accélère beaucoup la réaction.

» En terminant ces remarques sur quelques composés de l'iridium, j'ajouterai que la réaction rose (C), indiquée dans mon avant-dernière Note ([1]), paraît être encore plus sensible que la réaction bleue (B); il est certain du moins que, si cette dernière (B) a été manquée (par exemple, à la suite d'une trop abondante introduction de nitrate ammonique), il suffit de jeter un peu de chlorhydrate d'ammoniaque sur l'essai chaud pour voir se développer une coloration rose encore très visible. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la constitution physique et chimique des terrains vignobles traités par la submersion dans le sud-est de la France.* Note de M. **P. de Gasparin.**

« Le traitement des vignes par la submersion a pris dans la basse vallée du Rhône et dans le bas Languedoc une grande extension et l'application de cette méthode, inaugurée par M. Faucon, tend à prendre de nouveaux développements. Il m'a donc paru intéressant de rechercher avec soin les circonstances de cette application et un séjour de six mois d'hiver au centre

([1]) *Comptes rendus*, mai 1883, p. 1339.

de la région m'a facilité cette étude, dont je soumets à l'Académie les principaux résultats qui m'ont paru de nature à l'intéresser.

» J'ai d'abord fait l'analyse physique et chimique d'un grand nombre d'échantillons, et, avant toute réflexion, je donne le Tableau de ces analyses dans leurs éléments principaux, c'est-à-dire dans les éléments chimiques qui intéressent la constitution physique.

Tableau des analyses (sur 100 parties).

	Analyse physique.		Attaque à l'eau régale. — Analyse chimique.		
	Sable fin.	Impalpable.	Inattaquable.	Carbonate de chaux.	Sesquioxydes.
1. M. Faucon, Graveson	31,40	68,60	47,37	42,35	4,92
2. M. Camman, Saint-Roch (Arles)	33,50	66,50	49,79	39,31	5,42
3. M. Saint-René-Taillandier (Cabannes)	34,60	65,40	45,95	39,78	7,55
4. M. Reich, l'Armellure (Arles)	36,60	63,40	53,17	33,48	7,45
5. M. Cornu, le Taves (Tarascon)	36,65	63,35	47,32	42,72	4,92
6. M. Colomb, Caumartin (Beaucaire)	43,20	56,80	54,55	30,22	7,65
7. M. Vals, Saint-Laurent d'Aigouze	53,60	46,50	48,32	39,20	4,70
8. Mme de Castelnau, St-Étienne-du-Grès	60,00	40,00	54,12	36,04	4,70
9. Mlle de la Corbure, les Orgnes (Gard)	73,45	26,55	55,99	34,75	3,72
10. M. Boissy d'Anglas, Anglas (Gard)	73,40	26,60	91,60	0,62	2,82
11. Le même; sous-sol	32,20	67,80	31,02	60,38	3,30

» Ces analyses, choisies à tous les degrés de ténacité sur un nombre beaucoup plus considérable, sont ordonnées suivant la proportion croissante de sable et amènent immédiatement les observations suivantes :

» Tous les sols soumis à la submersion dans la région du Sud-Est sont des sols compacts et immobiles, c'est-à-dire des sols qui contiennent plus de 30 pour 100 de parties impalpables et plus de 30 pour 100 de carbonate de chaux, la proportion d'impalpable établissant la continuité ou compacité, la proportion de carbonate de chaux empêchant les variations de volume sous l'action de l'humidité ou de la sécheresse. Les Orgnes et Anglas font exception, la proportion d'impalpable étant au-dessous de celle qui assure la continuité, et Anglas étant dépourvu de carbonate de chaux. Mais l'exception disparaît si l'on examine le sous-sol, et l'analyse de celui d'Anglas, qui termine le Tableau, montre une composition de près de 68 pour 100 d'impalpable et de plus de 60 pour 100 de carbonate de chaux. Or ce sous-sol est à une petite profondeur au-dessous du diluvium d'Anglas.

» Cette constitution, comportant la continuité et l'immobilité, est indis-

pensable à l'emploi des submersions dans notre région tout au moins. Il faut pouvoir submerger sans une trop grande dépense d'eau, et il faut que le terrain admette le transit continu de l'humidité; cette double condition se trouve ainsi remplie.

» Cette propriété des sols compacts argilo-calcaires, qui est aujourd'hui leur salut, a été exactement, par la même raison, leur ruine lors de l'invasion de la maladie. Une période de sécheresse, qui n'a pas duré moins de vingt-cinq ans dans cette région et qui a pris fin cette année seulement, par le retour des eaux souterraines, les avait supprimées entièrement dès 1860 et, les pluies d'automne faisant défaut, le transit de l'eau était supprimé et ces sols étaient devenus une terre morte dans laquelle les attaques du Phylloxera ont été foudroyantes.

» M. Faucon a eu l'idée éminemment logique de rétablir à son profit les pluies d'automne par la submersion prolongée de sa propriété de Graveson, et cette idée, mise en œuvre par un agriculteur doué d'un grand sens pratique, a été couronnée d'un plein succès. Sur une moindre échelle, des personnes, comme M. Pellissier de Saint-Rémy, ont entretenu des vignes en pleine production pendant toute cette période avec des arrosages d'été.

» Il faut se garder des généralisations et ne faire appel qu'à l'expérience. Or ce qui est acquis incontestablement par l'expérience, c'est que le transit de l'humidité dans les sols calcaires rend innocentes les attaques du Phylloxera et que l'absence de ce transit les rend foudroyantes.

» Ici se présente une observation importante par laquelle je terminerai cette Note.

» Les sols continus ne sont pas les seuls auxquels le transit de l'eau, si l'on veut, l'exercice du mouvement capillaire de l'eau assure l'immunité. M. Barral, dans une Communication à l'Académie, lui a exposé les succès obtenus dans les dunes d'Aigues-Mortes, terrains essentiellement discontinus, mais dans lesquels la proportion de calcaire et la forme des particules suffisent à assurer ce mouvement de l'eau fournie par une nappe coulant à une faible profondeur.

» Le mouvement ascensionnel de l'eau est encore plus rapide dans les terrains continus argilo-calcaires que dans les sables, et je m'en suis assuré par une expérience directe, d'après le plan suivi par M. Barral. Or M. Faucon a une couche aquifère exactement à la même profondeur au-dessous de la surface que celle qui coule sous les dunes d'Aigues-Mortes. Les sécheresses prolongées avaient tari ces sources comme toutes celles de la région de la Montagnette et des Alpines. Il nous semble absolument pro-

bable qu'une série d'hivers pluvieux comme celui de 1882-1883 rendrait, temporairement au moins, inutiles les submersions d'hiver pour la situation topographique de M. Faucon.

» Toutefois, tous les terrains soumis à la submersion ne sont pas dans le cas de la propriété de M. Faucon. Au lieu de 1^m à 2^m de profondeur au-dessus d'une couche aquifère, il y en a qui ont 5^m et plus d'argile calcaire compacte; comment le mouvement ascensionnel de l'eau se modifie-t-il avec la puissance de la couche à traverser? Voilà le véritable problème physique à étudier et à résoudre dans les sols de différente nature, et M. le Secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture a inauguré sur ce point capital une série d'expériences qui, à mon avis, devraient être contrôlées par la balance, c'est-à-dire par des expériences parallèles établissant, pour ces mêmes terrains, les différences dans la vitesse d'évaporation d'une quantité d'humidité déterminée au début de l'expérience. On vérifiera ainsi l'un des éléments de l'immunité relative des sols discontinus ou sablonneux qui perdent moins rapidement leur humidité que les sols compacts. Dans tous les cas, on ne saurait trop applaudir à l'étude provoquée par M. Barral, trop l'encourager à la poursuivre, et, pour ma part, je m'engage vis-à-vis de l'Académie, si ma santé le permet, à apporter l'année prochaine ma contribution à cet important travail. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1883.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Arts insalubres*) *:* MM. Dumas, Peligot, Boussingault, Rolland et Schlœsing réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Chevreul et H. Mangon.

Prix Trémont : MM. Dumas, Bertrand, Breguet, Rolland et Daubrée réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Phillips et Tresca.

Prix Gegner : MM. Dumas, Pasteur, Hermite, Bonnet et Rolland réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Wurtz.

Commission chargée de présenter une question de *Grand Prix des Sciences physiques*, pour l'année 1885 : MM. Dumas, Boussingault, H.-Milne Edwards, Pasteur et Berthelot réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Becquerel.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Bordin* (*Sciences physiques*), pour l'année 1885 : MM. Blanchard, H.-Milne Edwards, Berthelot, Boussingault et de Quatrefages réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Gaudry.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Gay* (*Géographie physique*), pour l'année 1885 : MM. Daubrée, de Lesseps, Perrier, d'Abbadie et Pâris réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Alph. Milne-Edwards et Mouchez.

MÉMOIRES LUS.

M. **A. Fauvel** donne lecture d'un Mémoire présenté au Concours du prix Bréant et portant pour titre : « Des acquisitions scientifiques récentes concernant l'étiologie et la prophylaxie du choléra », dont un extrait sera publié dans le prochain numéro.

(Commissaires : MM. Pasteur, Bouley, Gosselin, Vulpian.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur l'alcoolisme chronique.* Mémoire de MM. **Dujardin-Beaumetz** et **Audigé**, présenté par M. Bouley. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

« Pour compléter leurs premières recherches sur la puissance toxique des alcools, MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé ont étudié l'action lente et progressive de ces derniers.

» Entrepris au mois de juin 1879, ces nouveaux essais se sont prolongés jusqu'en juillet 1882, et c'est sur des porcs qu'ils ont porté cette fois. Le nombre de ces animaux soumis à l'expérimentation a été de dix-huit. Ils ont

été partagés en deux séries. Dans l'une et l'autre de ces séries chaque animal prenait un alcool différent. Pour celui-ci, c'était de l'alcool éthylique; pour celui-là, de l'alcool méthylique; pour d'autres, des alcools de grains, de betteraves et de pommes de terre (flegmes et alcools rectifiés), et enfin, pour les derniers, de l'absinthe et de la teinture d'absinthe.

» Ces substances, qui étaient mélangées aux aliments, ont été administrées chaque jour : les alcools à la dose moyenne de 1^{gr} à $1^{gr},50$ par kilogramme du poids du corps; l'absinthe (elle marquait 48° C. à l'alcoomètre de Gay-Lussac) à celle de 2^{gr}, enfin la quantité de teinture d'absinthe n'a guère dépassé $0^{gr},02$ par kilogramme.

» L'ivresse, chez les cochons soumis à l'alcool, s'est traduite constamment par du sommeil, de la prostration et de l'hébétude, tandis que chez ceux qui prenaient de l'absinthe on a observé des phénomènes d'excitation manifeste.

» Pendant le cours de l'expérimentation, quelques-uns des animaux ont été sacrifiés et d'autres ont succombé aux suites de l'alcoolisme. Les examens microscopiques ont été faits avec le concours du professeur Cornil.

» Voici les résultats que ces nouvelles recherches ont fourni à MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé :

» Les alcools administrés d'une façon lente et continue déterminent, pendant la vie, des troubles divers. Du côté de l'appareil digestif, ce sont des vomissements de bile et de matières glaireuses et des diarrhées plus ou moins abondantes et qui deviennent quelquefois sanguinolentes. Il faut noter, d'autre part, de la gêne de la respiration, des tremblements musculaires et enfin de la faiblesse et même de la parésie du train postérieur. Quant aux lésions cadavériques, elles consistent en des congestions du tube digestif qui peuvent aller quelquefois jusqu'à l'hémorragie; en des congestions et des inflammations du foie qui n'aboutissent pas cependant à la cirrhose de cette organe; en des hypérémies très nettes et très intenses du côté des poumons et, enfin, en des athéromes des gros vaisseaux et en particulier de l'aorte.

» Il faut remarquer aussi que l'intoxication alcoolique, sans être un obstacle à l'engraissement, a favorisé la production d'hémorragies dans le tissu cellulaire et dans l'épaisseur des muscles. Ces hémorragies ont même rendu impossible la vente de la viande des porcs, qui a été saisie par les inspecteurs de la boucherie, bien qu'elle ait conservé, comme M. Decroix a pu s'en assurer, ses qualités nutritives et son goût habituel.

» L'absinthe, et surtout l'essence d'absinthe, ont, contrairement aux alcools, produit, comme il a été déjà dit plus haut, des phénomènes d'exci-

tation. S'il n'a pas été permis de constater chez les animaux intoxiqués par ces substances quelque chose de comparable à l'épilepsie, on a pu observer toutefois des contractures et de l'hyperesthésie cutanée.

» Enfin, et le fait mérite d'être signalé puisqu'il vient confirmer les premières recherches de MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé : pour les alcools les symptômes et les désordres anatomiques indiqués tout à l'heure ont été d'autant plus accusés que l'alcool en question était plus éloigné de son degré de pureté. Les alcools non rectifiés de grains, de betteraves et de pommes de terre sont, en effet, ceux qui ont déterminé, toutes choses égales d'ailleurs, le plus d'accidents, tandis que l'alcool éthylique et l'alcool de pommes de terre, dix fois rectifié, n'en ont produit que fort peu. C'est ainsi que, au bout de près de trois années d'expérimentation, deux porcs soumis aux flegmes succombaient à l'alcoolisme, tandis que les autres paraissaient résister encore, à cette époque, à l'intoxication. »

L'Académie reçoit, pour les divers Concours dont le terme expire le 1er juin 1883, outre les Ouvrages imprimés, mentionnés plus loin au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires suivants :

CONCOURS BORDIN (Sciences physiques).

(Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs, etc.)

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « *Omnia mutantur et nos mutamur in illis* ».

CONCOURS MONTYON (Arts insalubres).

M. A. **Ripault** : « Gymnastique respiratoire et assainissement des métaux à poussières ».

CONCOURS MONTYON (Statistique).

M. A. **Marvaud** : « Etude statistique sur la morbidité et la mortalité de l'armée française ».

CONCOURS MONTYON (Médecine et Chirurgie).

M. **Burot** : « Etude clinique de la fièvre muqueuse ou fièvre continue commune, considérée dans ses rapports avec la fièvre typhoïde ».

M. A. **Ripault** : « Gymnastique respiratoire et assainissement des métaux à poussières ».

CONCOURS GEGNER.

M. H. **Lefèvre** : « Métrologie générale, son application à la théorie générale des monnaies et des changes à la théorie analytique de la circulation ».

CONCOURS MOROGUES.

M. **Capgrand-Mothes** : « Nouveau procédé de culture du chêne liège. »

CONCOURS PENAUD.

M. **Amachado** : « Mémoire et plans relatifs à la navigation aérienne ».

M. A. **Ardisson** : « Manuel théorique et pratique des aéronautes ».

M. **Cayrol** : « Étude de navigation aérienne ».

M. J. **Cernesson** : « Système de navigation aérienne ».

M. **Contet** : « Aviation par hélice et ballon ».

M. E. **Derval** : « Étude sur la navigation aérienne ».

M. **Duroy de Bruignac** : « Mémoire et brochures sur la navigation aérienne ».

M. H. **Guignot** : « Projets divers pour la navigation aérienne et agencements nouveaux ».

M. A. **Jégou** : « Lettre accompagnant l'envoi d'un appareil ».

M. **de Louvrié** : « Mémoire sur la locomotion aérienne ».

M. **Morel** : « Rapport sur un projet de navigation aérienne ».

M. P. **Oury** : « Navigation aérienne ».

M. **Pompeien-Piraud** : « Note sur le ballon et l'appareil de direction inventé et construit par M. J.-C. Pompeien-Piraud ».

M. V. **Tatin** : « Mémoire sur la locomotion aérienne ».

M. G. **Tissandier** : « Application de l'électricité à la navigation aérienne. Direction des aérostats par les moteurs électriques ».

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète de septembre* 1882 (II, 1882), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**, communiquées par M. Mouchez.

Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ − ⋆.	Déclinaison ☄ − ⋆.
				m s	′ ″
Janv. 30.........	a	Anonyme	9,5	+0.25,12	− 1.27,1
30.........	a	»	»	+0.22,50	− 0. 4,9

Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ − ⋆.	Déclinaison ☄ − ⋆.
				m s	′ ″
Janv. 30	*b*	4897 Arg. OE₂	7,5	−0.23,17	+ 9.35,1
Févr. 2	*c*	4790 »	9	+0.25,77	+ 0.14,4
5	*d*	Anonyme	9	+0.30,21	+ 0.45,6
6	*e*	4699 Arg. OE₂	9	−0.33,14	+ 1. 9,2
9	*f*	4676 »	9	−1.55,22	− 4.25,8
13	*g*	Anonyme	10	−1. 6,93	+ 0.40,8
24	*h*	»	»	+0.23,01	− 4. 5,8
Mars 2	*i*	»	9,5	+0.11,80	+ 1.43,6
3	*j*	»	8,5	+0. 8,28	− 0.49,5
4	*k*	»	12	+0. 4,56	+ 1.44,6
5	*l*	»	9,5	+0.15,27	+ 3.26,1
6	*m*	»	9,5	+0.11,17	− 0.16,2
8	*n*	»	11	−0. 9,70	− 0.49,2
9	*o*	»	11	»	− 1.18,3
12	*p*	»	10,5	−0. 2,18	− 0.40,3
27	*q*	»	10	−0.23,83	+ 1.49,5
Avril 2	*r*	»	9,5	−0. 5,97	+ 6.52,5
4	*s*	»	11	+0. 4,16	+ 0.59,8
6	*t*	»	9	+0. 4,89	−10.13,8
7	*u*	»	11,5	−0.11,63	+ 1.14,8
8	*v*	»	10	−0. 6,76	− 1.19,0

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 30	*a*	6.11.21,86	+2,08	−22.30. 6,2	−16,1	Rapportée à *b*
30	*b*	6.12. 7,53	+2,08	−22.39.45,3	−17,0	Arg. OEltz₂
Févr. 2	*c*	6. 7.44,36	+2,03	−21.43. 4,0	−16,5	»
5	*d*	6. 4.20,0	+1,99	−20.53. 6	−16,8	Position approchée
6	*e*	6. 4.23,69	+1,97	−20.38.31,6	−16,9	Arg. OEltz₂
9	*f*	6. 3. 2,66	+1,92	−19.45.26,9	−17,2	»
13	*g*	5.59.14,0	+1,85	−18.49.43,9	−17,5	Position approchée
24	*h*	5.52.25,0	+1,65	−16. 7.48	−17,9	»
Mars 2	*i*	5.51.11,5	+1,54	−14.53.49	−17,9	»
3	*j*	5.51. 7,2	+1,53	−14.39. 0	−19,9	»
4	*k*	5.51. 3,9	+1,51	−14.29. 8	−17,9	»
5	*l*	5.50.48,53	+1,49	−14.18.45,8	−17,9	Rap. à 1267 Weisse₁ 5ʰ
6	*m*	5.50.48,7	+1,48	−14. 2.55	−17,9	Position approchée
8	*n*	5.51. 6,3	+1,44	−13.38.56	−17,8	»
9	*o*	5.51.19,0	+1,43	−13.26.40	−17,8	»
12	*p*	5.51. 7,31	+1,37	−12.53. 4,6	−17,8	Rap. à 1228 Weisse₁ 5ʰ
27	*q*	5.54.40,5	+1,13	−10.31.38	−17,3	Position approchée

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 2....	r	5.56.30,9	+1,04	− 9.42.17	−17,0	»
4....	s	5.57.10,2	+1,01	− 9.20.45	−16,9	»
6....	t	5.58. 0,0	+0,99	− 8.54.44	−16,7	»
7....	u	5.58.44,12	+0,97	− 8.59. 0,6	−16,7	Rap. à 1503 Weisse, 5h
8....	v	5.59. 7,31	+0,96	− 8.49.26,3	−16,6	»

Positions apparentes de la Comète.

Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Janv. 30.....	8.26.39	6.11.49,06	$\bar{1}$,080n	−22.31.49,4	0,918	24:30
30.....	9.55.35	6.11.46,44	$\bar{2}$,625n	−22.30.27,2	0,922	6:15
30.....	9.55.35	6.11.46,44	$\bar{2}$,625n	−22.30.27,2	0,922	6:15
Févr. 2.....	8. 0.58	6. 8.12,16	$\bar{1}$,141	−22.43. 6,1	0,914	30:30
5.....	10. 8.56	6. 4.52,2	$\bar{1}$,078	−20.52.37,2	0,913	20:20
6.....	10.16. 4	6. 3.52,52	$\bar{1}$,148	−20.37.39,3	0,911	24:15
9.....	10.33. 4	6. 1. 9,36	$\bar{1}$,283	−19.50. 9,9	0,903	24:20
13.....	9.33. 5	5.58. 8,9	$\bar{1}$,088	−18.49.20,6	0,907	24:30
24.....	7.55.49	5.52 49,7	$\bar{2}$,555	−16.12.11,7	0,903	10:12
Mars 2.....	9.30.39	5.51.24,8	$\bar{1}$,365	−14.52.23,3	0,883	10:14
3.....	8.48.35	5.51.17,0	$\bar{1}$,240	−14.40. 7	0,889	8:10
4.....	8.13.12	5.51.10,0	$\bar{1}$,088	−14.27.42	0,893	10:10
5.....	8.16.16	5.51. 5,29	$\bar{1}$,128	−14.15.37,6	0,891	10:10
6.....	8.31. 9	5.51. 1,4	$\bar{1}$,217	−14. 3.29	0,888	10:15
8.....	7.57.27	5.50.58,0	$\bar{1}$,088	−13.40. 3	0,890	10:20
9.....	8. 5.49	»	»	−13.28.16	0,888	0:11
12.....	8.56.47	5.51. 6,50	$\bar{1}$,376	−12.54. 2,7	0,876	10:16
27.....	8.10.36	5.54.17,8	$\bar{1}$,396	−10.30. 6	0,866	12:18
Avril 2.....	8.40.49	5.56.25,97	$\bar{1}$,492	− 9.35.42	0,854	8:20
4.....	8.27.23	5.57.15,37	$\bar{1}$,482	− 9.20. 2	0,854	12:12
6.....	8.22.12	5.58. 5,9	$\bar{1}$,485	− 9. 5.15	0,853	10:14
7.....	5.17.28	5.58.33,46	$\bar{1}$,483	− 8.58. 2,5	0,853	6:10
8.....	8.11.30	5.59. 1,51	$\bar{1}$,479	− 8.51. 1,9	0,853	4:10

» *Remarques.* — Dans la première partie de ces observations, la comète était une nébulosité assez brillante, large et mal définie, dans laquelle on distinguait deux noyaux; le plus brillant suivait l'autre et était à peu près sur le même parallèle. J'ai pu mesurer la position relative de ces deux noyaux jusqu'au 9 mars inclusivement, et les observations faites jusqu'à cette date se rapportent certainement au noyau le plus brillant, à l'exception de la première du 30 janvier et de celle du 24 février. Dans la pre-

mière observation du 30 janvier, j'ai dû choisir le noyau le moins brillant, parce qu'une petite étoile voisine de l'autre aurait pu gêner. Dans l'observation du 24 février, où le ciel était brumeux, et dans celles qui furent faites après le 9 mars, je ne distinguais pas les deux noyaux, et les mesures se rapportent à la région la plus brillante. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les plans tangents et osculateurs des courbes à double courbure et des surfaces.* Note de M. N. VANĚČEK.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 30 janvier 1882, j'ai eu l'honneur d'exposer un mode de génération des surfaces et des courbes à double courbure. On peut aussi facilement déterminer les plans tangents et osculateurs des surfaces et des courbes trouvées, en connaissant ceux des surfaces et des courbes données. Quelques cas particuliers nous serviront à déduire les constructions dans les cas généraux.

» On sait, d'après l'article V de la Note citée, que le point p parcourt une courbe à double courbure (p) du troisième ordre quand le plan P enveloppe une droite P.

» On peut énoncer ainsi la relation qui existe entre le point p et le plan P.

» Le plan P coupe les côtés ab, bc, cd, da du quadrilatère gauche $abcd$ en des points A, B, C, D. Soit β l'intersection des plans abC, bcD et δ l'intersection des plans cdA, daB; les lignes droites β et δ se coupent au point p.

» Sur chaque ligne droite β se trouvent alors deux points de la courbe (p), savoir : le point constant b et un autre point p qui varie avec le plan P. Si le plan p passe par le point b, le point p_b est infiniment voisin du point b; *la droite β_b est alors tangente à la courbe (p) au point b.*

» Il est clair que la droite β_b est l'intersection des plans abC_b, bcD_b, si le plan $b(P) \equiv P_b$ coupe les côtés cd, da aux points C_b, D_b.

» Soit β' le point où la droite β perce le plan cda. Lorsque le plan P enveloppe la droite (P), le point β' parcourt une section conique (β'), qui passe par les points c, d, a et qui est tangente aux droites $b'a$, $b'c$ aux points a, c, si b' est le point où la droite (P) perce le plan cda.

» Chaque plan mené par la droite β_b coupe la section conique (β') encore en un point β'_x; sur la droite β_x se trouve le point x de la courbe (p). Donc sur le point $\beta_b\beta'_x$ se trouvent trois points de la courbe (p); savoir : un point variable x, le point fixe b et la tangente au point b. Le

point x est infiniment voisin du point b quand le plan $\beta'_x\beta_b$ passe par la droite T_b, tangente à la section conique (β') au point β'_b. Le plan $T_b\beta_b$ est donc le *plan osculateur* de la courbe (p) au point b.

» D'après cela, on peut déterminer la tangente et le plan osculateur en un point quelconque b de la courbe (p) du troisième ordre, donnée par six points a, b, c, d, 1, 2. On prend le point b et trois autres points c, d, a pour les sommets du quadrilatère gauche $abcd$ et de deux autres points 1, 2 on détermine la droite (P) qui est l'intersection des plans P_1, P_2.

» Quand le plan P enveloppe un point (P), le point p décrit une surface (p) du troisième ordre. Pour déterminer le plan tangent T_1 de la surface (p) en un point quelconque p_1, on tracera dans le plan P_1 (correspondant au point p_1) deux droites (p'), (p'') passant par le point (P), et de ces deux droites on déduira deux courbes à double courbure du troisième ordre, qui se trouveront sur la surface (p), et dont les deux tangentes au point p_1 détermineront *le plan tangent* T_1 *de la surface* (p) *au point* p_1.

» Pareillement :

» Quand le point p parcourt la droite (p), le plan P enveloppe la surface développable (P) de la troisième classe. Soit Δ la trace du plan P sur le plan abc, c'est-à-dire $AB \equiv \Delta$. La droite variable Δ enveloppe une section conique (Δ) quand le point p parcourt la droite (p). La conique (Δ) est tangente à tous les côtés du triangle abc, savoir aux côtés ab, bc aux points où le plan $d(p)$ les coupe.

» La droite $A_d B_d \equiv \Delta_d$ est l'arête de la surface (P), si A_d, B_d sont les points suivant lesquels les plans cdd', dad' coupent les côtés ab, bc, et si d' est le point où la droite (p) perce le plan abc.

» Si t_d est le point de contact de la droite Δ_d avec la section conique (Δ), ce point t_d est le *point de rebroussement* de la surface P.

» Quand le point p décrit un plan quelconque (p), le plan P enveloppe une surface (P) de la troisième classe. Si l'on doit déterminer le point où un plan quelconque P_1 touche la surface (P), on mène deux droites par le point p_1 (déduit de P_1) dans le plan (p). A ces deux droites correspondent deux surfaces développables de la troisième classe dont les droites tangentes dans le plan P_1 déterminent le point cherché.

» Appliquons ces cas particuliers aux théorèmes généraux III, IV, V et VI de la Note citée.

» III. — *Si le plan P enveloppe une surface* (P) *de la* $n^{\text{ième}}$ *classe, le point p décrit une surface* (p) *d'ordre* $3n$.

» En connaissant le plan tangent T_1 de la surface (p) au point p_1, on peut déterminer le point t_1 où le plan P_1 touche la surface (P). Du plan T_1 on peut déduire une surface de la troisième classe, à laquelle appartient aussi le plan P_1; le point où ce plan touche cette surface de la troisième classe est le point cherché.

» IV. — *Le point p décrit une surface* (p) *d'ordre* $3n$ *quand le plan P enveloppe une surface* (P) *de la* $n^{ième}$ *classe.*

» Le point connu t_1 où le plan P_1 touche la surface (P) détermine une surface $(p)_3$ du troisième ordre, qui touche la surface (p) au point p_1.

» V. — *Quand le plan P enveloppe une surface développable* (P) *de la* $n^{ième}$ *classe, le point p parcourt une courbe à double courbure d'ordre* $3n$.

» De l'arête π_1 du plan P_1 de la surface (P), on déduit une courbe du troisième ordre, qui passe par le point p_1 de la courbe (p) et dont la tangente Π_1 en ce point est aussi *tangente* à la courbe (p).

» Du point de rebroussement t_1 de la surface (P), on déduit une surface du troisième ordre, qui a le point p_1 commun avec la courbe (p) et dont le plan tangent en ce point p_1 est *le plan osculateur* de la courbe (p) au point p_1.

» VI. *Le plan P enveloppe une surface développable* (P) *de la* $3n^{ième}$ *classe, si le point p se met sur une courbe à double courbure* (p) *d'ordre n.*

» La tangente Π_1 au point p_1 de la courbe (p) se transforme en une surface développable de la troisième classe, qui a avec la surface (P) en commun le plan P_1 et *l'arête dans ce plan.*

» Le plan osculateur O_1 au point p_1 détermine une surface $(P)_3$ de la troisième classe, à laquelle appartient aussi le plan P_1. Le point où ce plan touche la surface $(P)_3$ est le *point de rebroussement* de la surface (P) dans ce plan P_1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations qui existent entre les covariants et invariants de la forme binaire du sixième ordre.* Note de M. C. **Stephanos**, présentée par M. Jordan.

« Dans une précédente Note [1], j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie un procédé permettant de trouver des relations (syzygies) entre les covariants et invariants droits (de caractère pair) d'une forme binaire du sixième ordre, lequel procédé, comme je faisais remarquer, pouvait

[1] *Comptes rendus* du 22 janvier.

aussi être appliqué à des formes binaires d'un autre degré, etc. Depuis, M. R. Perrin a exposé, dans les *Comptes rendus*, une autre méthode conduisant à des syzygies entre les covariants et invariants tant droits que gauches d'une forme binaire, et il en a présenté l'application au cas de la forme du cinquième ordre.

» Cette méthode de M. Perrin demanderait, ce semble, bien du travail pour être appliquée à la forme du sixième ordre. Par contre, il se trouve que les moyens qui m'ont servi à l'occasion précédente peuvent encore être utilisés pour obtenir, sans aucune difficulté, les syzygies qui doivent exister entre les formes droites et gauches du système complet des covariants et invariants de la forme du sixième ordre. Peut-être ne sera-t-il donc pas superflu d'indiquer ici brièvement comment on peut arriver à ce résultat.

» La forme binaire du sixième ordre f admet quatre invariants droits A, B, C, D; huit covariants droits f, H, i, p, Δ, l, m, n [1]; un invariant gauche R, qui est égal au déterminant fonctionnel (lm) (ln) (mn) des trois formes quadratiques $l = l_x^2$, $m = m_x^2$, $n = n_x^2$; enfin treize covariants gauches, qu'on peut prendre respectivement égaux aux déterminants fonctionnels suivants :

$$(f, \mathrm{H})_1, (f, i)_1, (f, p)_1, (f, \Delta)_1, (f, l)_1, (f, m)_1,$$
$$(i, \Delta)_1, (i, l)_1, (i, m)_1, (i, n)_1, (l, m)_1, (l, n)_1, (m, n)_1.$$

» Maintenant les syzygies qui existent entre ces formes peuvent être classées de la manière suivante : 1° syzygies entre formes droites; 2° syzygies donnant l'expression des produits des formes gauches prises deux à deux en fonction entière des formes droites; 3° syzygies entre formes droites et gauches, composées de termes ne contenant qu'une seule forme gauche (au premier degré).

» Dans la Note déjà mentionnée nous avons indiqué un procédé pour le calcul des syzygies de la première catégorie. Nous avons donc à nous occuper ici de celles des deux autres catégories.

» Le procédé du calcul de ces syzygies est basé, de même que pour le cas précédent, d'une part sur l'emploi : 1° des formules qui donnent les expressions des déterminants fonctionnels $(\mathrm{U}, \mathrm{V})_1$ des covariants droits de la forme f pris deux à deux, en fonction des formes du système complet de f; 2° des formules qui donnent les expressions des secondes combinaisons $(\mathrm{U}, \mathrm{V})_2$ des covariants droits de f pris deux à deux en fonction des

(1) Les définitions de ces douze formes ont été données dans notre précédente Note.

covariants et invariants droits de f, et, d'autre part, sur l'emploi de certaines formules (identités) générales.

» Ainsi les identités à appliquer pour le calcul des syzygies de la seconde catégorie sont les suivantes :

$$(\varphi, \chi)_1 (\psi, \omega)_1 = -\tfrac{1}{2}[\varphi\psi(\chi, \omega)_2 - \varphi\omega(\chi, \psi)_2 - \chi\psi(\varphi, \omega)_2 + \chi\omega(\varphi, \varphi)_2],$$

$$(\varphi, \chi)_1 \mathrm{R} = \tfrac{1}{2}\begin{vmatrix} (l, \varphi)_2, & (m, \varphi)_2, & (n, \varphi)_2 \\ (l, \chi)_2, & (m, \chi)_2, & (n, \chi)_2 \\ l, & m, & n \end{vmatrix},$$

$$\mathrm{R}^2 = \tfrac{1}{2}\begin{vmatrix} (l, l)_2, & (m, l)_2, & (n, l)_2 \\ (l, m)_2, & (m, m)_2, & (n, m)_2 \\ (l, n)_2, & (m, n)_2, & (n, n)_2 \end{vmatrix},$$

qui sont presque toutes bien connues et qui peuvent, du reste, être considérées comme conséquences d'une même identité symbolique employée dans la théorie des formes quadratiques simultanées [1].

» En supposant que φ, χ, ψ, ω désignent des covariants droits de f, on voit que les formules précédentes peuvent servir à donner, en fonction entière des formes droites, soit le produit de deux covariants gauches de f, soit le produit de R par un tel covariant, soit le carré de R.

» Pour ce qui concerne le calcul des syzygies de la troisième catégorie, on a à faire usage des deux formules suivantes :

$$0 = \varphi(\chi, \psi)_1 + \chi(\psi, \varphi)_1 + \psi(\varphi, \chi)_1,$$
$$\mathrm{R}\varphi = (l, \varphi)_2(m, n)_1 + (m, \varphi)_2(n, l)_1 + (n, \varphi)_2(l, m)_1$$

(qui résultent d'identités symboliques bien connues), en supposant que φ, χ, ψ y désignent des covariants droits de f.

» Certes ce sont les cinq formules précédentes qui constituent le fondement de la méthode ici exposée. Mais, au point de vue du calcul, c'est la détermination des valeurs des formes $(\mathrm{U}, \mathrm{V})_1$ et $(\mathrm{U}, \mathrm{V})_2$, U et V étant deux covariants droits de f, qui en est la partie la plus importante.

» Lors de ma première Note, je me suis déjà servi des valeurs de ces diverses formes. Seulement, faute de place, je n'y ai donné que les expressions des formes $(\mathrm{U}, \mathrm{V})_1$. Je crois donc qu'il pourra être utile de présenter ici un tableau complet des valeurs des formes $(\mathrm{U}, \mathrm{V})_2$, sans omettre celles qui sont déjà connues.

---

[1] Voir la *Théorie des formes binaires* de Clebsch, p. 203-204.

» On a d'abord les formules

$$(f, f)_2 = \mathrm{H}, \quad (f, i)_2 = p, \quad (i, i)_2 = \Delta,$$
$$(i, l)_2 = m, \quad (i, m)_2 = n, \quad (l, n)_2 = \mathrm{D},$$

qui constituent de pures définitions; puis on a les formules

$$(f, \mathrm{H})_2 = \tfrac{3}{11} fi, \quad (f, \Delta)_2 = -\tfrac{1}{6}\mathrm{B}f + \tfrac{1}{2} il, \quad (f, l)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{A}i + 2\Delta,$$
$$(f, m)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{B}i + \tfrac{1}{3}\mathrm{A}\Delta + \tfrac{1}{2} l^2, \quad (f, n)_2 = -\tfrac{1}{3}\mathrm{C}i + \tfrac{1}{3}\mathrm{B}\Delta + lm,$$
$$(\mathrm{H}, \mathrm{H})_2 = \tfrac{1}{18}\mathrm{A}f^2 - \tfrac{1}{3} fp - \tfrac{1}{11}\mathrm{H}i, \quad (\mathrm{H}, l)_2 = -\tfrac{1}{3}\mathrm{B}f + \tfrac{1}{3}\mathrm{A}p + \tfrac{5}{7} il,$$
$$(i, \Delta)_2 = \tfrac{1}{6}\mathrm{B}i, \quad (i, n)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{C}l + \tfrac{1}{2}\mathrm{B}m,$$
$$(p, l)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{B}i + \tfrac{1}{3}\mathrm{A}\Delta - \tfrac{1}{10} l^2, \quad (\Delta, l)_2 = -\tfrac{1}{3}\mathrm{B}l + n,$$
$$(l, l)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{AB} + 2\mathrm{C}, \quad (l, m)_2 = \tfrac{2}{3}(\mathrm{AC} + \mathrm{B}^2), \quad (m, m)_2 = \mathrm{D},$$
$$(m, n)_2 = \tfrac{1}{9}\mathrm{ABC} + \tfrac{1}{3}\mathrm{B}^3 + \tfrac{2}{3}\mathrm{C}^2, \quad (n, n)_2 = \tfrac{2}{9}(\mathrm{AC} + \mathrm{B}^2)\mathrm{C} + \tfrac{1}{2}\mathrm{BD},$$

qui se trouvent calculées en divers endroits de la *Théorie des formes binaires* de Clebsch. A ces formules, il faut ajouter les suivantes, que j'ai calculées moi-même :

$$(f, p)_2 = \tfrac{1}{15} fl + \tfrac{1}{6} i^2, \quad (\mathrm{H}, i)_2 = \tfrac{1}{6} fl - \tfrac{5}{6.7} i^2,$$
$$(\mathrm{H}, p)_2 = \tfrac{1}{18}\mathrm{A}fi - \tfrac{5}{6.7} ip - \tfrac{1}{10}\mathrm{H}l, \quad (\mathrm{H}, \Delta)_2 = -\tfrac{1}{6} lp + \tfrac{1}{18}\mathrm{A}i^2 + \tfrac{3}{14}\Delta i,$$
$$(\mathrm{H}, m)_2 = \tfrac{1}{3}(-\tfrac{1}{3}\mathrm{AB}f - \mathrm{C}f + \mathrm{B}p + \mathrm{A}il) - \tfrac{2}{7} im + \Delta l,$$
$$(\mathrm{H}, n)_2 = -\tfrac{2}{9}\mathrm{AC}f - \tfrac{5}{18}\mathrm{B}^2 f - \tfrac{1}{3}\mathrm{C}p + \tfrac{1}{3}\mathrm{B}il + \tfrac{1}{6}\mathrm{A}im$$
$$- \tfrac{2}{7} in + \tfrac{1}{6}\mathrm{A}\Delta l + \Delta m + \tfrac{1}{4} l^3,$$
$$(i, p)_2 = \tfrac{1}{6}\mathrm{B}f - \tfrac{1}{10} il, \quad (p, p)_2 = \tfrac{1}{6} fm - \tfrac{1}{5} pl - \tfrac{1}{6}\Delta i,$$
$$(p, \Delta)_2 = -\tfrac{1}{6}\mathrm{B}p + \tfrac{1}{6} im + \tfrac{1}{15}\Delta l, \quad (p, m)_2 = -\tfrac{1}{3}\mathrm{C}i + \tfrac{1}{3}\mathrm{B}\Delta + \tfrac{2}{5} lm,$$
$$(p, n)_2 = -\tfrac{2}{9}\mathrm{AC}i - \tfrac{1}{6}\mathrm{B}^2 i - \tfrac{1}{3}\mathrm{C}\Delta + \tfrac{2}{5} ln + \tfrac{1}{2} m^2,$$
$$(\Delta, \Delta)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{C}i - \tfrac{1}{6}\mathrm{B}\Delta, \quad (\Delta, m)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{C}l + \tfrac{1}{6}\mathrm{B}m, \quad (\Delta, n)_2 = \tfrac{1}{3}\mathrm{C}m + \tfrac{1}{6}\mathrm{B}n.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes quadratiques binaires à indéterminées conjuguées.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« J'ai montré précédemment (*Acta math.*, I) comment les formes quadratiques indéfinies à indéterminées conjuguées pouvaient conduire à une classe étendue de groupes discontinus de substitutions linéaires. Cherchons à approfondir l'étude de ces groupes en nous bornant à la forme quadra-

tique binaire

$$F(x, y, x_0, y_0) = axx_0 + bxy_0 + b_0x_0y + cyy_0,$$

où x et y sont deux indéterminées complexes, dont x_0 et y_0 représentent les conjuguées; les coefficients extrêmes a et c sont réels, et b_0 est conjugué de b. Supposons que ces coefficients soient entiers, et que la forme soit indéfinie, c'est-à-dire que l'expression

$$D = bb_0 - ac,$$

qui joue ici le rôle d'invariant, soit positive. Il existe alors un nombre infini de substitutions à coefficients entiers, et de déterminant égal à l'unité,

$$X = M_1x + P_1y,$$
$$Y = M_2x + P_2y,$$

transformant en elle-même la forme F. Considère-t-on maintenant les substitutions effectuées sur la variable z

$$\left(z, \frac{M_1z + P_1}{M_2z + P_2}\right),$$

elles formeront un groupe *discontinu*, pour toute valeur de z ne vérifiant pas l'équation

$$azz_0 + bz + b_0z_0 + c = 0,$$

c'est-à-dire pour tout point du plan de la variable z n'appartenant pas au cercle représenté par la relation précédente. On doit faire entre ces groupes une première distinction : ils peuvent contenir ou non des substitutions paraboliques. La condition nécessaire et suffisante pour que le premier cas se présente est, comme on le démontre aisément, que la forme F puisse représenter zéro, d'où l'on conclut que D sera la somme de deux carrés; nous nous occupons uniquement dans ce qui suit du cas où le groupe ne renferme pas de substitutions paraboliques. La question se pose ensuite de savoir si toutes les substitutions de ce groupe peuvent être obtenues à l'aide d'un nombre fini de substitutions fondamentales et, s'il en est ainsi, de trouver effectivement de telles substitutions.

» On traitera les problèmes précédents en faisant l'étude arithmétique des formes indéfinies F; c'est ce que nous allons faire en étendant aux formes à indéterminées conjuguées les méthodes données par M. Hermite dans ses Mémoires classiques sur les formes quadratiques (*Journal de Crelle*, t. 47).

La forme F peut s'écrire

$$F = uu_0 - vv_0,$$

où u et v sont deux fonctions linéaires de x et y.

» Soit

$$U = Au + Bv, \quad V = Cu + Dv$$

la transformation linéaire la plus générale de déterminant un et à coefficients quelconques, telle que l'on ait

$$UU_0 - VV_0 = uu_0 - vv_0.$$

» J'envisage la forme définie $UU_0 + VV_0$, que nous désignerons par $\Phi(x, y, x_0, y_0)$ et qui peut s'écrire

$$\Phi(x, y, x_0, y_0) = uu_0 - vv_0 + 2(Cu + Dv)(C_0 u_0 + D_0 v_0),$$

et l'on doit supposer que u et v ont été remplacés par leur valeur en x et y. Cette forme définie renferme trois paramètres arbitraires, car il est facile de voir qu'on a entre C et D la seule relation

$$DD_0 - CC_0 = 1.$$

» Effectuons la réduction continuelle de la forme définie Φ quand on donne aux paramètres arbitraires toutes les valeurs possibles. Je rappellerai que, d'après M. Hermite, la forme définie

$$\mathcal{A} xx_0 + \mathcal{B} yx_0 + \mathcal{B}_0 x_0 y + \mathcal{C} yy_0$$

est réduite si $\mathcal{A}$ est moindre que $\mathcal{C}$ et si, posant $\mathcal{B} = m + ni$, on a, abstraction faite des signes,

$$2m \leqq \mathcal{A}, \quad 2n \leqq \mathcal{A}.$$

» Imaginons donc qu'on calcule toutes les substitutions propres à réduire la forme Φ pour toutes les valeurs des paramètres, et qu'on fasse chacune de ces substitutions dans F; le nombre de ces transformées f sera fini, et leurs coefficients auront des limites déterminées par l'invariant D : les transformées f peuvent être dites les réduites de la forme indéfinie F.

» Cette question, à laquelle nous nous trouvons amené, de la réduction continuelle d'une forme quadratique renfermant plusieurs paramètres, a été traitée d'une manière approfondie par M. Selling dans son beau Mémoire sur les formes ternaires indéfinies et aussi par M. Charve dans sa Thèse. On sait que, suivant les diverses circonstances de la variation des paramètres,

il faut appliquer des substitutions correspondantes auxquelles on donne le nom de *contiguës*. Dans le cas actuel, nous montrons que ces substitutions sont toujours comprises dans les substitutions suivantes :

$$X = -y, \quad Y = x,$$
$$X = x + \lambda y, \quad Y = y, \quad \text{où} \quad \lambda = \pm 1, \ \pm i, \ \pm 1 \pm i,$$

ou enfin la substitution obtenue en faisant suivre la première d'une des secondes.

» Ceci posé, indiquons rapidement la marche du calcul; nous partons d'une réduite f, et soit φ la forme définie correspondante qui est réduite pour certaines valeurs des paramètres. Quand cette forme cessera d'être réduite, nous connaissons, d'après ce qui vient d'être dit, des substitutions parmi lesquelles se trouvent celles qui peuvent la réduire de nouveau. En effectuant ces substitutions sur f, nous avons de nouvelles formes, parmi lesquelles nous ne conserverons que celles dont les coefficients sont inférieurs aux limites fixées précédemment; nous les appellerons formes *contiguës* à f. Nous opérerons sur chacune de ces formes comme nous avons opéré sur f, et nous continuons ainsi jusqu'à ce que le procédé ne nous donne plus de nouvelles formes, ce qui doit arriver nécessairement, puisque le nombre des réduites est limité. Nous arrivons donc ainsi à un nombre fini de formes. Soit, parmi celles-ci, une suite

$$f, f_1, f_2, \ldots, f_n, f$$

commençant et finissant par f, et telle que chaque forme soit contiguë à la précédente. Si $\Sigma, \Sigma_1, \ldots, \Sigma_n$ sont les substitutions permettant de passer d'une forme à la suivante, il est clair que la substitution

$$S = \Sigma_n \Sigma_{n-1} \ldots \Sigma$$

transformera en elle-même la forme f, et de plus on établit que toute substitution semblable de la forme f s'obtient en combinant les substitutions S. Or le nombre des substitutions telles que S est évidemment fini, par conséquent toutes les substitutions semblables de f et par suite celles de F s'obtiennent à l'aide d'un nombre fini de substitutions fondamentales. On pourra d'ailleurs calculer toutes les substitutions S et, par suite, former effectivement un certain nombre de substitutions à l'aide desquelles toutes les autres pourront être obtenues. Toutefois le calcul, tel que nous venons de

l'indiquer, ne donnera pas nécessairement le moindre nombre de substitutions fondamentales.

» Remarquons, en terminant, que les considérations précédentes permettront de reconnaître si deux formes indéfinies F sont équivalentes, et qu'elles donnent aussi une méthode pour résoudre en nombres entiers l'équation

$$xx_0 - Dyy_0 = 1,$$

qui est, comme on voit, une généralisation de l'équation de Pell. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Lois des identités entre les réduites des deux modes;* par M. E. DE JONQUIÈRES.

« XVI. THÉORÈME XXVI (fondamental). — *Chaque fois qu'un terme* qualifié (algébrique ou générique) *se présente dans la période de Lagrange, une coïncidence a lieu entre les réduites des deux modes, au rang qui précède immédiatement celui-là.*

» *Les mêmes coïncidences se présentent, aux mêmes rangs, dans toutes les périodes successives.*

» Donc, si l'on désigne par $i, i_1, i_2, i_3, \ldots, i_r, \ldots, i_3, i_2, i_1, i$ les nombres (symétriques par rapport aux extrêmes) des quotients dont se composent, respectivement, les séquences successives, il se présente des coïncidences prévues et certaines :

» 1° Aux rangs i, $(i+i_1+1)$, $(i+i_1+i_2+2)$, ..., $(i+i_1+i_2+\ldots+i_r+r)$, ..., $2(i+i_1+i_2+\ldots+i_r+r)$, et au dernier terme de la période;

» 2° Aux rangs qui précèdent l'avant-dernier terme de la période et tous les autres termes génériques, respectivement.

» Ces coïncidences *fondamentales* dérivent, comme celle qui a lieu au rang i (théorème XIX) *et par des motifs semblables*, de l'intervention, répétée à chaque séquence, des quotients obtenus dans les opérations successives de la recherche du plus grand commun diviseur entre les nombres mentionnés plus haut (XI).

» *Corollaire.* — Le groupe (E_2) a toujours six coïncidences aux rangs i, $i+1$, $i+2$; $2i+2$, $2i+3$, $2i+4$ (IX).

» XVII. Les nombres i_1, i_2, ... étant nuls dans le groupe (E_1), le nombre des coïncidences y est toujours de quatre (VIII), dont l'une occupe le rang i, et les trois autres les trois derniers rangs de la période.

Ces deux dispositions-types se rencontrent dons tous les autres groupes (E_d), sous les conditions définies comme il suit :

» Théorème XXVII. — *Dans les groupes* (E_d), *les coïncidences sont tantôt isolées, tantôt groupées par trois. La période se termine toujours par une triade de coïncidences.*

» *Jamais deux coïncidences consécutives ne se présentent sans être précédées ou suivies d'une troisième au moins. S'il y en a plus de trois consécutives, toutes coïncident.*

» Ce dernier cas est celui de toutes les familles où d divise exactement $2a$.

» *Enfin une coïncidence isolée, ou celle qui occupe le troisième rang dans une triade, est séparée de la plus voisine de celles qui viennent après elle par deux réduites au moins, non coïncidentes.*

» Ceci résulte de ce que le nombre des quotients dans l'opération de la recherche du plus grand commun diviseur ne peut, dans la présente théorie, être pair, ni, s'il surpasse *un*, être moindre que *trois*. Le cas où il est égal à *un* sera examiné un peu plus loin (XIX).

» XVIII. Il résulte aussi de ce qui précède que :

» Théorème XXVIII. — *Le nombre total des coïncidences de réduites dans un groupe* (E_d), *quel que soit l'indice de ce groupe, est en général pair, et jamais inférieur à quatre. Il n'est impair que dans la famille déterminée par la valeur initiale de* a *correspondante à* $\lambda = 1$ *et si* ε *est négatif* (XIII).

» Lorsque le nombre des coïncidences est impair, quelqu'une des réduites du second mode n'a pas de correspondante dans le premier mode; mais ces réduites non coïncidentes ne troublent jamais l'existence de la triade finale; cette triade ne fait jamais défaut.

» XIX. Le théorème XXVII a pour conséquence que :

» Théorème XXIX. — *Les réduites non coïncidentes ne sont jamais* isolées, *et si deux coïncidences fondamentales se présentent à deux rangs d'intervalle l'une de l'autre, il y a aussi coïncidence pour la réduite intermédiaire.*

» Celle-ci offre un caractère singulier, comme on va le voir (XX); mais, avant d'aller plus loin, il n'est pas inutile de remarquer que le nombre des coïncidences dépend de l'*espèce* du groupe (E_d) et non de la *longueur absolue* de la période. Quelque longue que soit celle-ci, les coïncidences n'y sont jamais qu'au nombre de *quatre* si c'est un groupe (E_1), de *six* si c'est un groupe (E_2), de $2d$ si c'est un groupe (E_0).

» XX. Les fractions convergentes du second mode, dont les deux termes

ont le diviseur commun d (le seul qu'ils puissent avoir), jouissent de la propriété suivante :

» Théorème XXX. — *Toute fraction convergente* $\frac{\Pi}{X}$ *du second mode, qui est* réductible, *devient, après qu'elle a été ramenée à sa forme de* réduite, *identique avec l'une des réduites du premier mode, qui est, invariablement, la médiane d'un groupe ternaire.*

» Réciproquement :

» Théorème XXXI. — *Si trois réduites consécutives du premier mode coïncident avec trois réduites du second, la médiane du groupe, dans ce dernier mode, avait ses deux termes divisibles par d avant d'avoir été réduite.*

» Les deux propriétés qu'on vient d'énoncer coexistent avec la suivante, dont elles ne sont, au fond, que la conséquence :

» Théorème XXXII. — *Toutes les fois qu'une triade de coïncidences se présente dans un groupe* (E_d), *le terme de la période de Lagrange, duquel dérive, dans le premier mode, la troisième réduite de la triade, est toujours un multiple de d, savoir* $2ad$, *si la triade occupe le milieu de la période, et* $2ad(i'+kd)$, *si elle la termine. Dans le premier cas, ce terme est encadré entre deux termes* algébriques ; *dans le second, entre deux termes* génériques.

» Le groupe (E_2) est *toujours* dans le premier de ces deux cas, mais il y en a d'autres : ainsi, dans le genre $E = \overline{(5\lambda - 1)n}^{2} + 5n$, dont $\overline{4n}^{2} + 5n$ est la famille initiale $(\lambda = 1)$, le groupe (E_4), déterminé par $i' = 4$, a une période composée de vingt-six termes, savoir (en n'écrivant que les treize premiers) : $(2\lambda - 1)$, 1, 1, 1, 1, $(2ak + 5)$, 1, 4, 1, 2, 2, $(2ak + 6)$, $2ad$ = terme central, etc. ; le terme central $2ad$ y est, comme dans (E_2), encadré entre deux termes algébriques $(2ak + j)$, et il possède une triade de coïncidences de réduites aux rangs 11, 12 et 13, en outre de la triade finale.

» XXI. Des trois théorèmes qui viennent d'être énoncés, il s'ensuit que :

---

(1) Cette conséquence découle elle-même de ce que, dans tous les groupes (E_d), la fraction continue du deuxième mode est, à cause de $n = d(i' + kd)$,

$$x = an + \cfrac{d}{2a + \cfrac{1}{2a(i'+kd) + \cfrac{1}{2a + \ldots}}}$$

Voir ma *Communication* du 30 avril. On a ici $a = fa' = ff'a''$, $d = f^2 f' d''$ et $d'' = 1$.

» Théorème XXXIII. — *Une coïncidence isolée ne correspond jamais à une réduite du second mode primitivement réductible.*

» XXII. Si l'on considère en particulier le groupe (E_0), dont la période a toujours la longueur maximum, on conclut de ce qui précède que :

» Théorème XXXIV. — *Dans tout groupe* (E_0), *à quelque famille qu'il appartienne, il ne se rencontre jamais que des coïncidences isolées, sauf la triade finale. Le nombre total des coïncidences y est égal à* $2d$ (XIV). »

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur le transport de l'énergie mécanique.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Lorsque l'on veut transmettre du travail au moyen de l'électricité et que l'on se donne la quantité de travail qui doit être développée sur l'arbre de la réceptrice, la résistance totale du circuit et le rendement économique que l'on veut atteindre, ces trois quantités permettent de déterminer toutes les autres conditions du problème, c'est-à-dire les forces électromotrices directe et inverse et l'intensité du courant.

» Si l'on désigne par

e_0 la force électromotrice de la génératrice;
e_1 la force électromotrice de la réceptrice;
R la résistance totale du circuit composé des machines et de la ligne;
t_1 le travail mécanique que doit développer la réceptrice dans l'unité de temps;
k le rendement économique, c'est-à-dire le rapport du travail développé par la réceptrice au travail absorbé par la génératrice;
I l'intensité du courant,

on a, lorsque les machines sont supposées parfaites,

$$e_0 = \sqrt{\frac{gRt_1}{k(1-k)}}, \quad e_1 = \sqrt{\frac{kgRt_1}{1-k}};$$

d'où l'on tire, en remarquant que $k = \frac{e_1}{e_0}$,

$$I = \frac{e_0 - e_1}{R} = \sqrt{\frac{(1-k)gt_1}{kR}}.$$

» J'ai fait connaître, il y a environ deux ans, les équations qui donnent e_0 et e_1, mais c'est surtout sur celle qui donne la valeur de I que je crois devoir attirer l'attention. Elle montre, en effet, que l'intensité du courant

ne dépend en réalité que de deux variables qui sont : le rendement économique que l'on veut obtenir, et le rapport du travail mécanique de la réceptrice à la résistance totale du circuit. La conséquence pratique la plus importante qui résulte immédiatement de là, c'est que, si l'on distribue le travail d'une usine centrale à un certain nombre de machines réceptrices groupées en série, l'intensité du courant devra varier automatiquement en même temps que le travail total développé par l'ensemble des récepteurs répartis le long de la ligne, si l'on veut que le rendement économique reste constant. C'est là un fait important, qui montre que la distribution de l'énergie mécanique au moyen d'un courant d'intensité constante ne remplirait pas les conditions que l'on est en droit d'exiger dans ce genre d'application, à moins de faire varier aussi la résistance du circuit suivant une loi déterminée.

» Je ferai connaître ultérieurement les procédés que j'ai trouvés pour assurer, dans ce cas, un rendement constant, quel que soit le travail demandé à l'ensemble des récepteurs, *la vitesse de ceux-ci devant rester constante,* ainsi qu'on l'exigera toujours dans les applications industrielles.

» Si l'on voulait appliquer les formules ci-dessus non pas à des machines idéales, mais à des machines réelles, dans lesquelles la transformation du travail mécanique en courant électrique sensible ou réciproquement n'est jamais complète, il suffirait d'y introduire les coefficients H et h déjà employés par M. Cornu dans les calculs relatifs aux expériences du chemin de fer du Nord et auxquels on pourrait, il me semble, donner le nom de *coefficients de transformation*. C'est, je crois, la manière la plus simple de tenir compte de tous les phénomènes parasites complexes qui s'accomplissent dans le fil de l'induit des machines à collecteur et qui ne disparaîtraient que dans une machine dont l'anneau serait composé d'un nombre infiniment grand de sections infiniment petites. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la connexion entre les éclipses de Soleil et le magnétisme terrestre.* Note du P. **Denza**.

« La question touchant la dépendance qui existerait entre le magnétisme terrestre et le phénomène astronomique des éclipses a été soulevée de temps en temps parmi les savants. Il y en avait qui soutenaient que les variations anormales de l'aiguille, observées quelquefois pendant les éclipses de Soleil, étaient l'effet de la conjonction des deux astres; il y en

avait d'autres, au contraire, pour qui une pareille relation était fort douteuse.

» La discussion sur cet argument reprit avec une nouvelle et plus grande vigueur à l'époque de l'éclipse totale de Soleil du 22 décembre 1870, dans laquelle on observa, durant le phénomène, quelques anomalies spéciales dans les aiguilles aimantées établies en Sicile, dans la zone même de totalité et ailleurs en Italie.

» Afin d'éclairer un fait de météorologie cosmique d'une si haute importance, on commença, après cette époque, à faire à l'Observatoire de Moncalieri des observations régulières de la déclinaison magnétique à l'occasion des éclipses de Soleil et même de quelques éclipses de Lune. A ces époques, on observait l'aiguille de déclinaison à des intervalles très courts, de dix en dix, et plus souvent de cinq en cinq minutes, et cela pendant plusieurs heures et même pendant plusieurs jours de suite.

» Les éclipses étudiées de cette manière sont au nombre de vingt : la première est celle du 22 décembre 1870 rappelée plus haut; la dernière est celle du 17 mai 1882.

» J'ai publié, de temps en temps, la discussion des observations faites dans quelques-unes de ces éclipses; mais j'ai entrepris, tout récemment, la discussion générale de toutes les observations des vingt éclipses étudiées. Cette discussion m'a conduit aux conclusions suivantes :

» 1. Les variations de la déclinaison qui se sont produites durant la phase générale des éclipses observées, et plus encore celles des autres phases, restent dans les limites de la variation moyenne des jours qui comprennent celui de l'éclipse et sont d'accord avec elle.

» 2. Elles sont également d'accord avec les valeurs de la période annuelle et de la période undécennale de cette même variation, excepté les cas d'anomalie. Elles sont moindres pendant les mois d'hiver où l'amplitude de l'oscillation diurne de l'aiguille aimantée est plus petite, et plus grandes dans les autres mois, surtout dans ceux d'été où la variation diurne de la déclinaison est plus grande. Elles sont aussi relativement plus grandes dans les années plus rapprochées de la période undécennale de maximum, de 1870 à 1874; moindres dans celles qui avoisinent le minimum, de 1878 à 1880.

» 3. Par contre, les écarts de l'aiguille ne sont nullement d'accord avec les différents accidents du phénomène astronomique. En effet :

» *a*. Dans les éclipses visibles de Soleil, qui sont les plus importantes, la valeur de l'écart susdit n'est pas en rapport avec la grandeur de l'éclipse.

» *b*. On peut faire la même remarque au sujet des variations magnétiques enregistrées durant les phases, générale et centrale, des différentes éclipses. Elles ne montrent aucune correspondance ni entre elles, ni avec le phénomène. Dans quelques éclipses totales, la variation est plus grande; dans d'autres, elle est moindre que dans les éclipses annulaires, et la variation qu'on eut dans l'éclipse partielle du 26 novembre 1873 est plus forte que toutes les variations obtenues pour les éclipses totales et annulaires; tandis que celles des éclipses, également partielles, du 1er et du 31 décembre 1880, sont les plus faibles de toutes.

» *c*. On ne rencontre non plus aucune relation entre les valeurs correspondant aux éclipses invisibles et celles des éclipses visibles.

» 4. Non seulement la valeur de la variation de la déclinaison magnétique ne fut en aucune manière altérée par l'influence de l'éclipse, mais pas même la marche diurne de l'aiguille, et ses déviations, prises séparément, ne furent exagérées ou troublées en aucune façon en comparaison des déviations habituelles.

» Ces conclusions deviennent, pour ainsi dire, évidentes, si l'on compare les résultats des observations faites les jours des éclipses à ceux des autres jours. La comparaison est facile dans notre observatoire où, depuis 1870, on fait à des périodes déterminées des observations magnétiques de quinze en quinze minutes pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures de suite. De cette confrontation il résulte très clairement que les anomalies peu nombreuses et apparentes, qu'on a observées dans la déclinaison pendant quelques-unes des éclipses étudiées, constituent un fait ordinaire dans les mouvements de l'aiguille aimantée.

» Ces mêmes conclusions sont confirmées d'une manière éclatante par quelques observations fort importantes, qui dissiperont tous les doutes, s'il en reste encore, sur la question qui nous occupe.

» En effet, parmi les vingt éclipses étudiées, il y en eut trois totales de Soleil, dans lesquelles on observa l'aiguille aimantée non seulement dans des régions éloignées de la zone de totalité, mais aussi dans cette zone elle-même, ou dans des endroits qui en étaient fort rapprochés.

» Ces éclipses sont : 1° L'éclipse du 22 décembre 1870, qui fut totale en Sicile. Les observations magnétiques ont été faites en Sicile dans la zone totale et dans plusieurs stations italiennes en dehors de cette zone;

» 2° L'éclipse du 12 décembre 1871, qui fut totale dans l'Inde. L'aiguille aimantée a été observée à Bornéo et à Batavia ;

» 3° L'éclipse du 17 mai 1882, qui fut totale dans diverses parties de l'Afrique et de l'Asie. Les observations magnétiques ont été faites à Zi-Ka-Wei par le P. Dechevrens et à Batavia par le Dr Bergsma.

» D'après la discussion des observations magnétiques faites pendant les différentes phases des éclipses totales et celles qui concernent les autres éclipses étudiées pendant l'espace de treize ans consécutifs, je crois enfin le moment venu de pouvoir établir, avec la certitude requise en cette matière, la loi physique suivante :

» *La conjonction de deux astres dans les éclipses de Soleil, de même que leur opposition dans les éclipses de Lune, n'ont aucune influence sur les variations des éléments magnétiques de la Terre; et pour ce motif il n'y a aucune connexion entre les éclipses et le magnétisme terrestre.* »

CHIMIE. — *Note sur les hydrates de baryte;* par M. **H. Lescœur.**

« **1.** L'oxyde de baryum possède une grande affinité pour l'eau. On sait que son hydratation est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable.

» Le monohydrate BaO, HO qu'il forme en premier lieu est indécomposable par la chaleur. On connaît également le bihydrate BaO, 2HO. Les auteurs admettent que ce composé ne commence à perdre son eau qu'à une température élevée, voisine du rouge sombre. Le produit cristallisé, qu'on obtient par concentration et refroidissement de la dissolution aqueuse, contient un peu plus de moitié de son poids d'eau (Berzélius), ce qui correspond à un hydrate contenant au moins $9^{éq}$ d'eau. Cependant, M. Filhol assigne à ce composé la formule BaO, 8HO; M. Beckmann et d'autres chimistes écrivent BaO, 9HO; MM. Rose et Noad adoptent BaO, 10HO ([1]).

» Enfin, si la cristallisation s'opérait à une basse température, il se formerait un hydrate à $17^{éq}$ d'eau.

» **2.** J'ai cherché à préciser un peu nos connaissances sur ce sujet, en mesurant la tension de dissociation de la baryte à divers degrés d'hydrata-

---

([1]) Voir Gmelin, *Handbuch*, t. II; Filhol, *Journ. de Pharm. et de Chimie*, t. VII, p. 271 (1845); Bloxam, *Chemic. Societ. quart. Journ.*, t. XIII, p. 48; Ern. Beckmann, *Journal für praktische Chemie*, t. XXVII, p. 126.

tion. Par cette méthode, en effet, suivant les expériences de MM. Debray, Troost et Isambert, il doit être facile de caractériser avec précision les divers composés définis engendrés par la baryte et l'eau.

» Voici les tensions observées à 100° :

		Mercure.
		mm
BaO + 136	HO (système entièrement liquide)...	747
+ 39	» » ...	723
+ 16	» » ...	688
+ 8,5	(système en partie solide).........	627
+ 5,8	» » ...	578
+ 4,33	» » ...	522
+ 3,46	» » ...	518
+ 3,15	» » ...	529
+ 2,72	(système entièrement solide).....	520
+ 2,27	» » ...	502
+ 2,05	» » ...	43
+ 1,82	» » ...	45
+ 1,60	» » ...	43
+ 1,28	» » ...	45
+ 1,09	» » ...	Tension très petite ou nulle.

» 3. On voit, par cette série d'expériences, qu'il existe à 100° deux hydrates parfaitement définis. Le monohydrate BaO, HO, caractérisé par une tension de dissociation voisine de zéro, et le bihydrate BaO, 2HO, qui possède à 100° une tension de dissociation de 45^{mm} environ. Donc, contrairement à l'opinion reçue, ce dernier est susceptible de se déshydrater avant la température du rouge sombre. En fait, exposé à 100° dans le vide, l'hydrate BaO, 2HO se transforme entièrement dans le composé BaO, HO.

» De plus, on entrevoit l'existence d'un troisième composé plus hydraté. En effet, le système BaO + 8,5HO et les systèmes moins hydratés portés à 100° dans le vide donnent rapidement la tension 522^{mm}, environ. Mais, après une période d'arrêt, la colonne de mercure recommence à se déprimer avec une grande lenteur. Même à partir de la composition BaO + 4,33HO, le système a conservé 520 pour tension définitive.

» J'ai interprété ces résultats par l'existence d'un troisième composé contenant plus de $4^{éq}$, 33 d'eau et partiellement décomposable à 100°. La formation d'une certaine quantité de l'hydrate BaO, 2HO lui communiquerait de la stabilité.

» 4. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai repris les expériences qui précèdent en opérant à une température moins élevée; ce qui s'obtient facilement en substituant à la vapeur d'eau, employée à maintenir l'appareil à 100°, de l'esprit-de-bois du commerce donnant, pour son ébullition, une température sensiblement constante de 73° environ. Dans ces conditions nouvelles, la déshydratation progressive du système formé par la baryte et l'eau a présenté nettement les cinq périodes suivantes :

» 1° Une période caractérisée par l'existence d'une dissolution homogène et la production de tensions très voisines de la tension maxima de l'eau pure;

» 2° Une période caractérisée par la formation de cristaux de plus en plus abondants. Le système n'est plus homogène; il présente une tension unique de 230^mm environ pour la température de 72°,5 environ.

» Cette période, qui commence très approximativement au moment où le système présente la composition $BaO + 39HO$, et qui finit au moment exact où il prend la composition $BaO + 9HO$, correspond évidemment à la cristallisation.

» La tension unique observée est la tension maxima de la solution saturée d'hydrate de baryte.

» 3° Le produit étant entièrement transformé en une masse solide pulvérulente, au moment précis où le système présente la composition $BaO + 9HO$, la tension décroît brusquement et prend pour la température de 74° la valeur de 160^mm qu'elle conserve jusqu'au moment où, par dessiccation progressive, on a amené le système à la composition $BaO + 2HO$. Cette période correspond à l'hydrate $BaO, 9HO$.

» 4° Une quatrième période est caractérisée par une tension de 14^mm environ à 77°. Elle correspond à l'hydrate $BaO, 2HO$.

» 5° Enfin une dernière période correspondrait à l'hydrate BaO, HO avec une tension de dissociation voisine de zéro ou nulle.

» 5. En résumé, l'oxyde de baryum donne avec l'eau les combinaisons suivantes :

Le monohydrate..................	BaO, HO
Le bihydrate.....................	$BaO, 2HO$
L'hydrate.........................	$BaO, 9HO$

et il n'existe à la température de 75° aucun autre hydrate à l'état de combinaison stable et définie.

» 6. Les composés qui précèdent présentent entre 13°,5 et 100° les tensions de dissociation suivantes :

	Tensions en millimètres de mercure.		
	Ba, 9HO.	BaO, 2HO.	BaO, HO.
13°,5	4,5	moindre que 1mm	insensible
20	5 ou 6	»	»
35,5	20,5	»	»
58	84	»	»
70	174	»	»
74,5	213	»	»
77	»	14	»
100	520?	45	nulle ou très faible

ANALYSE CHIMIQUE. — *Composition de l'eau minérale de Montrond (Loire).* Note de M. A. **Terreil**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie l'analyse de l'eau minérale de Montrond.

« Je rappelle que cette eau a été découverte le 23 septembre 1881, dans un sondage exécuté sous la direction de M. Laur, ingénieur civil des Mines, à Montrond, dans le département de la Loire, à la profondeur de 475m, dans des couches qu'on attribue au terrain tertiaire inférieur (éocène). On a traversé la couche liquide en poussant le sondage jusqu'à 502m. De cette profondeur, l'eau est amenée à plusieurs mètres au-dessus de la surface du sol, par la pression considérable exercée par le gaz acide carbonique, à la manière de ce qui arrive dans les *geysers*. L'eau jaillissante de Montrond a été captée à l'aide d'un tube en fer de 0m,125 de diamètre, et la prise d'eau se fait sur le côté latéral de ce tube, à environ 1m,20 au-dessous du niveau moyen que l'eau occupe dans le tube ascensionnel.

» Voici la composition élémentaire que l'eau de Montrond a fournie à l'analyse, sur un échantillon de 60lit qui m'a été transmis à Paris :

Acide carbonique libre	0gr,9356 = 473cc
Acide carbonique combiné	2,1994
Soude	1,5408
Potasse	traces
Lithine	traces
Chaux	0,0336

Magnésie	0,0224 gr
Alumine	traces
Protoxyde de fer	0,0118
Chlore	0,0390
Iode	traces
Acide sulfurique	traces
Acide phosphorique	0,0005
Acide arsénique	0,0003
Silice	0,0386
Matières organiques non azotées	0,0090
	4,8310

» Ces éléments peuvent être groupés comme il suit :

Acide carbonique libre	0,9356 gr = 473 cc
Bicarbonate de soude	3,5502
Bicarbonate de potasse	traces
Bicarbonate de lithine	traces
Bicarbonate de chaux	0,0864
Bicarbonate de magnésie	0,0716
Bicarbonate de fer	0,0262
Alumine	traces
Chlorure de sodium	0,0640
Iodure de sodium	traces
Sulfate de soude	traces
Phosphate de soude	0,0010
Arséniate de soude	0,0004
Silicate de soude	0,0787
Matières organiques non azotées	0,0090
	4,8231

» La quantité d'acide carbonique libre trouvée dans cette analyse est bien inférieure à celle qui existe au moment où l'eau jaillit; l'échantillon analysé a dû perdre beaucoup d'acide carbonique à l'embouteillage, ainsi que par les bouchons, pendant son transport de Montrond à Paris.

» Il résulte de l'analyse précédente que l'eau de Montrond est une eau bicarbonatée sodique, d'une pureté relative qu'on ne trouve pas dans les eaux minérales de même genre; elle se distingue aussi par sa saveur, qui est extrêmement ferrugineuse et que ne présentent pas ordinairement les eaux bicarbonatées sodiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons appartenant au groupe des créatines et des créatinines.* Note de M. E. DUVILLIER, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Note ([1]), j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie que dans l'action de la cyanamide sur les acides méthylamido-α-butyrique et méthylamido-isovalérique, il se formait immédiatement des créatinines et non des créatines. Il était nécessaire de voir si cette réaction se reproduirait avec d'autres acides amidés plus riches en carbone, ou si elle ne devait être regardée que comme un fait exceptionnel.

» Depuis, j'ai étudié l'action de la cyanamide sur les acides méthylamido-α-caproïque et éthylamido-α-caproïque; ce sont les résultats de ces recherches qui font l'objet de la présente Note.

» *Méthylamido-α-caprocyamidine.* — Des solutions froides et concentrées d'acide méthylamido-α-caproïque (1^{mol}) et de cyanamide (1^{mol}) ayant été mélangées et le mélange abandonné après avoir été additionné de quelques gouttes d'ammoniaque, on observa, après six semaines environ, que toute la liqueur s'était prise, du jour au lendemain, en une masse semblable à du lait pris. Le vase pouvait être retourné sans que rien ne s'écoulât. Au microscope, cette masse se montra formée d'une multitude de très fines aiguilles. Cette substance fut pressée, puis purifiée par cristallisation dans l'eau.

» Après pression et dessiccation, on obtient ainsi une poudre onctueuse au toucher, offrant à l'analyse la composition de la méthylamido-α-caprocyamidine.

$$AzH = C\begin{cases} Az(CH^3) - \\ AzH - \end{cases}\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CO \end{matrix}$$

	Calculé.	Trouvé.
C^8	56,80	56,41
H^{15}	8,88	9,34
Az^3	24,85	24,73
O	9,47	
	100,00	

» Cette créatinine caproïque est peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau chaude; aussi les solutions se prennent-elles très facilement en masse par le refroidissement. Lorsque les solutions ne sont pas

([1]) *Comptes rendus,* t. XCV, p. 456; 1882.

trop concentrées, on obtient une cristallisation en fines aiguilles groupées en houppes soyeuses. Cette substance est très soluble dans l'alcool chaud et dans l'alcool froid.

» *Ethylamido-α-caprocyamidine.* — En laissant réagir l'acide éthylamido-α-caproïque et la cyanamide dans les mêmes conditions que l'acide méthylamido-α-caproïque et le cyanamide, il commença à se former, après deux mois environ, quelques cristaux qui ne tardèrent pas à augmenter en produisant une magnifique cristallisation de grandes aiguilles enchevêtrées, ayant plusieurs centimètres de longueur. Ces cristaux furent immédiatement analysés, après avoir été seulement lavés et séchés à l'air. Ils avaient la composition de l'éthylamido-α-caprocyamidine.

$$AzH = C\left\langle\begin{matrix} Az(C^2H^5) - \overset{\overset{\overset{\overset{CH^3}{|}}{CH^2}}{|}\;\overset{CH^2}{|}\;\overset{CH^2}{|}}{CH} \\ Az\,.\,H \quad - \quad CO \end{matrix}\right.$$

	Calculé.	Trouvé.
C^9	59,02	58,21
H^{17}	9,29	9,84
Az^3	22,95	22,86
O	8,74	
	100,00	

» Cette créatinine caproïque est modérément soluble dans l'eau froide, beaucoup plus soluble dans l'eau chaude, d'où elle se dépose facilement en belles aiguilles; elle est très soluble dans l'alcool froid et dans l'alcool chaud; celui-ci la laisse déposer en petites aiguilles rayonnantes.

» L'action des acides méthylamido-α-caproïque et éthylamido-α-caproïque sur la cyanamide donnant immédiatement des créatinines sans passer par les créatines correspondantes est donc tout à fait semblable à l'action de la cyanamide sur les acides méthylamido-α-butyrique et méthylamido-isovalérique.

» *Sels de l'α-oxybutyrocyamine.* — J'ai indiqué la préparation et les principales propriétés de cette créatine [1]; j'ajouterai seulement que cette substance se dissout dans 181 fois son poids d'eau à 15°. Depuis j'ai obtenu quelques-uns de ces sels.

» *Chlorhydrate*, $C^5H^{11}Az^3O^2$, HCl. — L'α-oxybutyrocyamine se dissout immédiatement à froid dans de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$, employé en quantité convenable pour produire le chlorhydrate. La liqueur soumise à l'évaporation dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique fournit un sirop

[1] *Comptes rendus*, t. XCI, p. 171; 1880.

incristallisable, soluble en toutes proportions dans l'alcool absolu. Cette solution laisse précipiter le chlorhydrate sous forme d'une huile, par addition d'éther absolu.

» *Sulfate* $(C^5H^{11}Az^3O^2)^2, SO^4H^2, 1.H^2O$. — Pour obtenir ce sulfate, on dissout l'α-oxybutyrocyamine dans une quantité convenable d'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$, étendu d'au moins son volume d'eau; on obtient ainsi une liqueur presque saturée qui ne tarde pas à cristalliser par évaporation dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique.

» Les cristaux que l'on obtient ont beaucoup de ressemblance avec le sulfate de potasse; ils sont modérément solubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool. Ils renferment 24,27 pour 100 d'acide sulfurique (SO^4H^2), ce qui indique qu'ils renferment 1^{mol} d'eau de cristallisation; en effet, la théorie en exige 24,14 pour 100 pour un sel renfermant 1^{mol} d'eau de cristallisation.

» Enfin le bichlorure de mercure et le nitrate mercurique ne précipitent pas les solutions d'α-oxybutyrocyamine, mais il se forme un précipité blanc par addition d'une goutte de potasse. Ce principe est très probablement analogue aux combinaisons obtenues par M. Engel [1] dans les mêmes conditions, avec la créatine et la glycocyamine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation panaire.* Note de M. G. **Chicandard**, présentée par M. Chatin.

« La fabrication du pain au moyen de la farine de céréales date des temps les plus anciennement connus; l'usage du levain, c'est-à-dire l'addition de la pâte fermentée à la pâte fraîche, était pratiqué du temps de Moïse, ainsi que l'attestent les livres juifs; enfin l'emploi de la levure est lui-même ancien, puisque, parmi les Gaulois, les buveurs de cervoise ne l'ignoraient pas. De nos jours les boulangers se servent concurremment du levain et de la levure; la plupart réservent l'emploi de cette dernière pour les petits pains, l'expérience ayant démontré que la pâte sur levure lève plus rapidement.

» Mais, si la fermentation panaire est depuis longtemps connue dans ses résultats, ce n'est qu'après que l'on eut établi les conditions de la fermentation alcoolique qu'on émit une théorie de la panification en les rapprochant toutes deux. Après les travaux de Payen, de Musculus, de

---

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXII, p. 509; 1874.

O'Sullivan, de Brown et Heron, et d'autres, sur l'amidon et ses dérivés, on édifia sur la fermentation panaire une théorie complète que nous résumons :

» L'amidon sous l'influence de la céréaline (diastase du froment) se dédouble par hydratation en maltose et dextrine,

$$\underbrace{C^{72}H^{60}O^{60}}_{\text{Amidon.}} + H^2O^2 = \underbrace{C^{24}H^{22}O^{22}}_{\text{Maltose.}} + \underbrace{2C^{24}H^{20}O^{20}}_{\text{Dextrine.}}.$$

» La dextrine s'hydrate à son tour et donne de la maltose,

$$C^{24}H^{20}O^{20} + H^2O^2 = C^{24}H^{22}O^{22}.$$

» La maltose sous l'influence d'une diastase sécrétée par la levure (sucrase de Duclaux, zythozymase de Béchamp) fixe les éléments de l'eau et donne la dextrose et la lévulose,

$$C^{24}H^{22}O^{22} + H^2O^2 = C^{12}H^{12}O^{12} + C^{12}H^{12}O^{12}.$$

» Ces deux glucoses subissent la fermentation alcoolique

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2C^4H^6O^2 + 2C^2O^4.$$

» Enfin l'alcool par oxydation peut donner un peu d'acide acétique,

$$C^4H^6O^2 + O^4 = H^2O^2 + C^4H^4O^4.$$

» La levure spéciale à cette fermentation serait, d'après M. Engel, le *Saccharomyces minor*.

» Cette théorie, assez généralement admise, n'est nullement en accord avec les faits observés.

» Le dédoublement de l'amidon par la céréaline ou les diverses diastases que M. Duclaux réunit sous le nom d'*amylase* ne peut s'effectuer que sur l'amidon, modifié par la chaleur, et c'est, en effet, sur l'empois d'amidon ou sur l'amidon chauffé que tous les expérimentateurs ont opéré soit dans leurs laboratoires, soit dans l'industrie. L'amidon crû est inattaqué par l'amylase et le premier terme de la transformation est impossible.

» Le dernier n'est pas plus admissible, puisque la présence de l'alcool n'a jamais été démontrée, bien que de nombreux expérimentateurs aient procédé à sa recherche (M. Duclaux dans sa microbiologie, admettant la transformation de l'amidon, nie absolument le production de l'alcool).

» Si l'on veut bien maintenant remarquer que des deux principaux corps

qui composent la farine : l'amidon et le gluten, le second est directement fermentescible et que cette propriété est depuis longtemps utilisée dans les amidonneries où la putréfaction du gluten n'amène nullement la destruction de l'amidon crû, on comprendra l'erreur qui a été commise en considérant l'amidon comme matière fermentescible dans le pain, et en négligeant le gluten.

» Enfin, M. Scheurer-Kestner, dans un Mémoire publié en 1880, a montré que de la viande introduite dans la pâte en fermentation était digérée; il admit alors qu'un ferment digestif était produit dans la fermentation panaire, mais il ne chercha pas l'agent de cette digestion et n'en tira aucune conclusion touchant la fermentation même de la pâte.

» Ces considérations nous paraissent s'accorder difficilement avec la théorie actuelle de la panification ; voici, en outre, quelques expériences personnelles qui la réfutent et servent de point de départ à l'établissement d'une théorie nouvelle.

» Les résultats de nos expériences, disons-le tout d'abord, n'ont rien de commun avec ceux qu'on pourrait déduire d'expériences faites sur la pâte de fabrication anglaise, car dans ce pays, ainsi que nous l'apprend M. Graham, il est d'usage d'ajouter à la pâte une levure spéciale appelée *fruit*, obtenue en mélangeant de la fécule de pommes de terre modifiée par la chaleur avec de la levure de bière; il n'est pas étonnant que, dans ce cas, il y ait une fermentation alcoolique, puisqu'on en a réuni les éléments.

Nous avons analysé les liquides filtrés provenant des macérations à froid avec : 1° de la farine; 2° de la pâte sur levain; 3° de la pâte sur levure; 4° du pain, au point de vue des matières amylacées, du sucre et des matières albuminoïdes. Voici les résultats :

» A. Pas d'amidon soluble dans la farine et les deux pâtes, une grande quantité dans le pain.

» B. Une même quantité de sucre réducteur ($0^{gr},90$ comme glucose) pour 100^{gr}, farine 160^{gr} de chaque pâte, 140^{gr} de pain. Ces trois quantités étant équivalentes, la matière sucrée existant normalement dans la farine n'a pas été décomposée.

» C. Dans la farine : de l'albumine coagulable par la chaleur et précipitable par l'acide nitrique et le ferrocyanure de potassium acétique.

» Dans les deux pâtes : pas d'albumine coagulable par la chaleur; des albuminoïdes précipités par l'acide nitrique et le ferrocyanure de potassium acétique; des peptones non précipitées par les réactifs ci-dessus précipités par le tannin.

(Les pâtes étaient prises au moment de la mise au four).

» Dans le pain : pas de matières albuminoïdes, des peptones précipitées par le tannin, par le sublimé, etc.

» L'examen microscopique nous a démontré l'absence complète de tout *Saccharomyces* dans la pâte sur levain et la diminution progressive du nombre des cellules de *Saccharomyces cerevisiæ* introduites dans la pâte sur levure. Nous avons nettement vu, dans les deux cas, de nombreux microbes doués de mouvement, de longueur variable, tantôt isolés, tantôt par paires, que nous considérons comme des bactéries. Le développement de ces bactéries se fait très rapidement dans la pâte sur levure; nous avons pu les cultiver dans l'eau contenant de la levure en suspension, ce qui nous conduit à admettre que la levure de bière a pour effet de favoriser la prolifération de ces microbes.

» Enfin l'analyse du gaz dégagé dans cette fermentation a fixé à 70 pour 100 environ la proportion d'acide carbonique entrant dans sa composition, le reste étant un mélange d'hydrogène et d'azote; ce gaz offre donc une composition analogue à celle déjà signalée pour les produits gazeux de la putréfaction des matières albuminoïdes.

» De ces faits nous tirons les conclusions suivantes :

» 1° La fermentation panaire ne consiste pas dans une hydratation de l'amidon, suivie d'une fermentation alcoolique;

» 2° Elle n'est pas déterminée par un *Saccharomyces*.

» 3° Elle consiste en une transformation d'une partie des albuminoïdes insolubles du gluten en albumines solubles d'abord, en peptones ensuite.

» 4° L'amidon n'est modifié que par la cuisson, qui forme de l'amidon soluble en grande quantité et un peu de dextrine, celle-ci se rencontrant surtout dans les parties les plus chauffées;

» 5° L'agent de la fermentation panaire est une bactérie qui se développe normalement dans la pâte, et la levure de bière ne fait qu'accélérer ce développement.

» Nous nous proposons de compléter cette Note dans un prochain Mémoire. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de la structure du placenta des lapins.* Note de M. LAULANIÉ, présentée par M. Bouley.

« Le tissu conjonctif spécial qui, chez l'homme, dérive de la muqueuse utérine pour former la trame de la caduque placentaire est remplacé chez le lapin par un tissu récemment systématisé par M. Renaut sous le nom de *tissu fibreux hyalin*. Il constitue dans le placenta du lapin une formation

importante dont il convient, tout d'abord, d'indiquer la disposition d'ensemble et l'étendue.

» Le placenta du lapin est formé, comme on sait, par une masse rougeâtre et mamelonnée, reposant par un court et large pédicule au centre d'une cuvette dont les bords se relèvent et forment un bourrelet circulaire peu saillant et de couleur blanchâtre.

» Pour bien apprécier les véritables relations de ces différentes parties, il faut étudier des coupes intéressant à la fois toute l'épaisseur du placenta et les parois utérines. On saisit alors, à l'aide de faibles grossissements, permettant d'embrasser toute l'étendue de la préparation, une stratification très évidente et comprenant les assises suivantes :

» 1° Immédiatement au-dessus de la couche charnue de l'utérus, une zone claire pouvant atteindre sur les jeunes placentas une hauteur de 3 ou 4^{mm}, de couleur blanc bleuâtre sur les coupes examinées dans l'eau et rappelant, par ce dernier caractère, le tissu cartilagineux. Mais elle est douée d'une très grande souplesse, comme le montre la flexibilité des préparations que l'on fait flotter dans l'eau, avant le montage. Cette zone, que l'on pourrait provisoirement appeler *chondroïde*, se relève à ses extrémités pour former le bourrelet circulaire qui entoure le placenta. On voit ainsi qu'elle répond à la coupe de la cuvette sur laquelle repose la portion principale de ce dernier.

» 2° Une seconde zone présentant les orifices béants d'un grand nombre de lacunes sanguines qui lui donnent un aspect caverneux ; elle figure sur les coupes une sorte de croissant surbaissé dont la cavité s'appuie sur la couche chondroïde sous-jacente ;

» 3° Enfin, au-dessus, se développe la zone *fonctionnelle* du placenta avec ses nombreux capillaires.

» Étant donnée la succession de ces trois assises, il est évident que les deux premières répondent à la caduque placentaire dont l'étage supérieur s'est creusé de lacunes sanguines, et d'ailleurs il est facile de voir que les travées ou colonnes qui, par leurs anastomoses, circonscrivent les lacunes procèdent de la couche chondroïde et sont formées par le même tissu.

» A l'aide de forts grossissements, ce dernier paraît formé de cellules rondes ou le plus souvent polyédriques et pourvues d'une membrane d'enveloppe très délicate. Le corps de la cellule, remarquable par sa transparence, est formé par une substance hyaline qui occupe toute la cellule et ne laisse subsister aucune trace de protoplasma granuleux. Au centre, se trouve un noyau petit, sphérique, vivement coloré en rose par le picrocarminate d'ammoniaque. Tous ces éléments sont étroitement rapprochés sans

aucune interposition de substance fondamentale et rappellent par leur agencement le tissu de la corde dorsale d'un embryon de poulet examiné dès le sixième jour du développement.

» Tous ces caractères permettent de reconnaître sans hésitation le tissu fibreux hyalin de M. Renaut, mais avec cette particularité que la substance fondamentale et les faisceaux correctifs font entièrement défaut et que, dès lors, l'expression de *tissu conjonctif hyalin* serait peut-être plus convenable.

» Aux éléments que je viens de décrire s'en ajoutent d'autres beaucoup plus rares, mais fort remarquables; ce sont des cellules très volumineuses, claires comme les précédentes, elliptiques, pourvues d'une membrane d'enveloppe très fine et dont le corps hyalin, ou quelquefois partiellement granuleux, contient un très grand nombre de noyaux. Elles forment dans la zone chondroïde des groupes rares et peu volumineux entourés d'une couche de cellules uninucléaires aplaties et revêtant un aspect fusiforme.

» L'organisation du tissu conjonctif hyalin est complétée par quelques vaisseaux capillaires très déliés, qui s'élèvent perpendiculairement dans la zone chondroïde et qui viennent soit de la couche charnue sous-jacente, soit d'une mince couche de tissu conjonctif lâche, qui en quelques points sépare la caduque placentaire de la musculeuse utérine.

» Dans la zone caverneuse, le tissu conjonctif hyalin présente sensiblement les mêmes caractères. On y retrouve en particulier les cellules géantes à plusieurs noyaux, toujours rares, mais pouvant former des travées entières et arriver ainsi au contact de l'endothélium des lacunes sanguines. A ce niveau cependant le tissu conjonctif hyalin subit une dégénérescence granulo-graisseuse, qui atteint d'abord l'axe des travées et s'étend à la limite de deux zones, où elle forme une nappe entièrement dégénérée.

» Dans la zone fonctionnelle du placenta, le tissu que je viens de décrire est fort peu répandu, on n'en trouve que de rares travées, ou des îlots composés surtout de cellules géantes multinucléaires. En dehors de ces points, le stroma conjonctif de cette région du placenta est formé d'éléments épithéloïdes, semblables à ceux que M. Robin a décrits sous le nom de *cellules propres de la caduque* et dont la nature conjonctive n'est plus contestable. Il en est de même d'ailleurs des cellules claires du tissu hyalin, dont M. Renaut a suffisamment établi les équivalents. D'autre part, il suffit de remarquer que ce tissu a remplacé le derme de la muqueuse placentaire pour reconnaître qu'il dérive du tissu conjonctif par la spécialisation des éléments cellulaires propres à ce tissu.

» Il pourrait rester quelques doutes touchant les cellules géantes multi-

nucléaires. Kœlliker, qui a décrit ces éléments dans le placenta de l'homme sans voir la transformation hyaline de leur protoplasma, qui ne paraît pas se produire dans cette espèce, ne s'explique pas sur leur nature. Cependant leur aptitude à élaborer cette substance transparente qui caractérise si éminemment le tissu conjonctif hyalin, leur présence dans ce tissu autorisent à présumer qu'elles sont aussi le produit d'une spécialisation des cellules du tissu conjonctif lâche. D'ailleurs, sur quelques préparations, on trouve ces éléments groupés en nombre plus ou moins considérable dans le tissu conjonctif interfasciculaire de la couche charnue de l'utérus. Mais ici l'élaboration de la substance hyaline commence à peine et la plupart ont un protoplasma granuleux qui se colore en jaune orangé par le picrocarminate d'ammoniaque : ces cellules géantes multinucléaires ont donc une origine conjonctive incontestable, et je serais assez disposé à les considérer comme des cellules plates dont la prolifération avorte et se réduit à la multiplication du noyau.

» Au fur et à mesure que le développement progresse, le placenta grossit naturellement, mais le stroma hyalin y subit une réduction croissante, due à la marche envahissante du processus dégénératif de la gestation; les travées de la zone caverneuse sont presque entièrement détruites, la zone chondroïde est considérablement amincie et la rupture du placenta est ainsi toute préparée. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine des cellules du follicule et de l'ovule chez les Ascidies et chez d'autres animaux.* Note de M. **H. Fol**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans le cours de mes recherches sur la fécondation, j'eus l'occasion de faire incidemment la découverte d'un processus fort curieux de génération endogène des cellules du follicule ovarien des Ascidies, dans l'intérieur de l'ovule et même à la surface de la vésicule germinative. Ces faits ont été signalés à l'attention des naturalistes dans mon Mémoire sur la fécondation et ont fait l'objet d'un article accompagné de quelques figures, publié en 1877 dans le *Journal de Micrographie*. Depuis lors, je n'ai pas perdu de vue cet intéressant sujet; j'ai, au contraire, étendu mes recherches à des animaux appartenant à divers embranchements, et chez lesquels on pouvait s'attendre à rencontrer des phénomènes analogues : c'est pour cette raison que je n'ai pas publié plus tôt mes résultats complets relatifs aux Ascidies. Ces résultats sont consignés dans un Mémoire accompagné

de figures qui doit paraître à bref délai. En attendant, je me contente de résumer les points sur lesquels mes conclusions diffèrent de celles des auteurs les plus récents.

» Quoique signalés depuis assez longtemps, les processus en question ont peu attiré l'attention. M. Mac Murrich Playfair les admet sans les avoir vérifiés. M. Seeliger n'en a pas connaissance. M. Giard seul les nie, sans comprendre apparemment en quoi ils consistent. Tout récemment enfin MM. Roule et Sabatier les ont revus et décrits. Je pense, comme M. Roule, que l'existence de la vésicule germinative ne saurait précéder celle du sarcode cellulaire, même chez les ovules les plus jeunes. Je n'ai vu aucune image qui pût autoriser une pareille supposition; les noyaux des jeunes ovules sont remarquablement grands, mais les cellules dont ils font partie sont fort bien délimitées. La formation endogène des cellules de l'enveloppe ne commence que chez des ovules dont le protoplasme a une épaisseur supérieure à la moitié du diamètre du noyau. Chez *Ciona intestinalis* et chez *Molgula impura*, cette production est graduelle et il est facile d'en observer les diverses phases; tous les ovules, presque sans exception, qui se trouvent entre certaines limites de taille, renferment une, deux ou trois de ces cellules à divers points de développement. Chez *Ascidia mamillata*, le phénomène est condensé sur une période limitée, de façon que chaque préparation ne renferme qu'un petit nombre d'ovules où les cellules se produisent en masse. Ces ovules se reconnaissent à première vue par l'absence complète de leur nucléole : tandis que chez *Molgula* et chez *Ciona* le nucléole ne disparaît pas un instant. *Ascidia mentula* se rapproche de ce dernier type, avec certaines particularités propres, tandis que *Clavelina* et *Diazona* ressemblent à *Ascidia mamillata*.

» On obtient d'excellentes préparations en dilacérant, dans de la glycérine, des ovaires durcis par les diverses méthodes connues, avec ou sans coloration préalable. Les tranches minces, qu'il est si facile de faire, donnent aussi certains renseignements; mais aucune image ne vaut celle que fournit un ovaire frais soigneusement dilacéré dans le liquide sanguin de l'animal et examiné immédiatement, encore vivant, sous un objectif à immersion homogène, à la lumière fournie par un concentrateur d'Abbe. Ces images, d'une limpidité parfaite, nous donnent la certitude que celles qui se voient après l'action des réactifs ne sont pas trompeuses.

» Chez *Ciona intestinalis*, la production endogène commence par un épaississement local de l'enveloppe nucléaire avec extraflexion de la partie épaissie. Le nucléole se trouve généralement dans le voisinage immédiat

de ce petit diverticule et semble céder un petit fragment de sa substance qui se placerait au fond de la cavité du diverticule. Ensuite le nucléole se transporte dans une autre région du noyau et le diverticule devient un bourgeon solide, qui croît rapidement sans perdre sa connexion avec l'enveloppe du noyau; le pédoncule, toujours plus étroit, qui le relie à cette membrane, ne se divise que lorsque la grosseur définitive est atteinte, et le corpuscule ainsi formé se met à traverser le vitellus pour en sortir. Les premières cellules qui sont sorties s'arrangent en une couche mince et continue de cellules très aplaties, munies chacune d'un très petit noyau : c'est l'enveloppe folliculaire. Les cellules suivantes sont plus épaisses et forment une seconde couche en dedans de la première : c'est l'enveloppe papillaire. Enfin l'ovule, dont le vitellus commence à se charger de granules lécithiques, produit une troisième génération endogène; mais, cette fois-ci, ce ne sont plus de véritables cellules, formées avec participation de la vésicule germinative : ce ne sont que des globules homogènes qui prennent naissance à peu près au milieu de l'épaisseur de la couche vitelline pour se porter ensuite à la surface : ce sont les corpuscules du testa. Est-il nécessaire, après cela, de réfuter encore cette opinion ancienne, rééditée par M. Giard, d'après laquelle ces corpuscules du testa descendraient de cellules qui pénétreraient du dehors dans le vitellus, pour en ressortir sous cette forme?

» Chez *Ascidia mamillata,* le bourgeonnement de l'enveloppe nucléaire a lieu simultanément en une foule de points, et il est tout au moins admissible que la substance de la tache germinative dispersée participe à la formation de ces bourgeons. Ces cellules se placent aussi suivant deux couches concentriques : les enveloppes folliculaire et papillaire de l'œuf. Chez beaucoup d'Ascidiens, ces deux enveloppes m'ont paru confondues en une seule, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque toutes deux ont même origine. Mes résultats concordent donc avec ceux de M. Roule sur plusieurs points importants. Il serait difficile de les comparer avec ceux de M. Sabatier, puisque cet auteur ne nous a donné qu'un aperçu trop bref de son travail, n'insistant, quant à la formation endogène des cellules du follicule, que sur des points déjà connus.

» Je pense que ces cellules folliculaires sont génétiquement les strictes homologues des spermatoblastes ou cellules mères des zoospermes, tandis que l'ovule lui-même correspond au polyblaste, auquel M. Duval donne avec raison le nom d'*ovule mâle*.

» Les phénomènes que je viens de décrire se retrouvent chez une foule

de Tuniciers. Je crois en outre avoir retrouvé des processus analogues chez divers Vertébrés inférieurs et même supérieurs. Il s'agirait donc d'un fait d'une portée générale. On sait en effet que MM. Gœtte, Balbiani, Nussbaum, Schulin et tant d'autres ont rencontré des corps cellulaires ou nucléaires dans les ovules jeunes de Vertébrés très divers. Ces corps, trouvés à moitié chemin entre la vésicule germinative et la surface, ont été invariablement considérés comme étant en train de s'enfoncer dans le vitellus, pour être absorbés ou se réunir à son noyau. Mon interprétation de ces images est toute différente; mais c'est un sujet qu'il serait inutile d'aborder sans apporter les preuves à l'appui de mes vues théoriques. J'espère que j'aurai l'honneur de les exposer à l'Académie dans une autre occasion. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *Sur la formation des cystolithes et leur résorption.* Note de M. J. **Chareyre**, présentée par M. P. Duchartre.

« J'ai donné, dans une Note récente, le résultat de mes recherches sur le développement des cystolithes; je viens aujourd'hui faire connaître quelques points qu'il m'a été possible de mettre en lumière, touchant leur formation dans des semis placés sur des sols différents, et la façon dont ils se comportent dans des feuilles étiolées.

» Voici les résultats d'une première série d'expériences faites sur des graines d'*Urtica, Cannabis, Acanthus, Thunbergia*, etc.

» 1° Les réserves alimentaires des graines d'Urticées et d'Acanthacées sont uniquement formées de grains d'aleurone, possédant chacun un globoïde arrondi. Il faut excepter les Acanthes et l'*Hexacentris coccinea* Nees., plantes dépourvues de cystolithes et dans les graines desquelles les réserves sont, en majeure partie, formées d'amidon.

» 2° Les globoïdes, qui forment les réserves calcaires de la graine, disparaissent plus complètement lorsque la germination a eu lieu sur de la silice pure que sur la terre ordinaire, ou sur du carbonate de chaux. Cependant ces réserves ne contribuent pas à la formation des cystolithes, ou de tous autres dépôts de carbonate de chaux; elles ne sont pas utilisées non plus pour la formation des cristaux d'oxalate de chaux, qui n'apparaissent que plus tard.

» 3° Sur de la silice pure, le pédicule seul des cystolithes arrive à se constituer, mais son extrémité libre ne devient jamais le siège d'une accumulation de cellulose et d'un dépôt de matière calcaire.

» 4° Sur de la terre ordinaire, du carbonate de chaux ou du sulfate de chaux, l'apparition des rudiments cystolithiques a lieu plus tôt que dans le cas précédent, dès que les cotylédons verts se sont dégagés des enveloppes séminales. Ils ne s'arrêtent pas dans leur évolution, mais atteignent, avec des rapidités différentes, leur entier développement.

» 5° Des graines semées sur la terre et maintenues à l'obscurité ont donné des plantules pourvues seulement de rudiments cystolithiques, sans carbonate de chaux.

» La seconde série d'expériences a été déterminée par un certain nombre de faits d'observation, dont il convient de rapporter les principaux : des feuilles étiolées de diverses Urticacées, comparées aux feuilles vertes, présentaient des cystolithes pourvus d'une bien moindre quantité de carbonate de chaux; il en est de même pour les poils calcaires de nombreuses Borraginées; chez ces dernières, en outre, les formations calcaires du calyce deviennent plus pauvres en chaux, à mesure que la fleur se développe; à l'épanouissement, la matière calcaire a totalement disparu. Enfin les formations calcaires sont absentes dans les parties dépourvues de chlorophylle. Aucun de ces phénomènes ne se présente chez les Acanthacées et les *Pilea*.

» Il fallait donc étudier l'influence de l'étiolement ou de la mort de la feuille sur les cystolithes. Les résultats obtenus, en soumettant à l'obscurité des pieds divers d'Urticinées et d'Acanthacées, sont les suivants :

» 1° Chez les Acanthacées, l'étiolement et la mort des feuilles n'exercent aucune influence sur les cystolithes, qui paraissent inertes.

» 2° Chez les Urticinées (mes expériences ont porté surtout sur le *Ficus elastica* Roxb.), il y a, après quinze jours environ, disparition *complète* du carbonate de chaux des cystolithes; ce phénomène est lié moins à l'étiolement de la feuille qu'à la cessation de la fonction chlorophyllienne, puisqu'il se produit même dans les feuilles qui n'ont pas eu le temps de s'étioler, et qui sont demeurées vertes à l'obscurité. Lorsque la plante était ensuite placée à la lumière, les cystolithes se reconstituaient au bout d'un mois et demi ou deux.

» 3° Le carbonate de chaux disparu n'est pas transformé, au moins définitivement, en bicarbonate soluble, car ce sel ne se montre ni dans la feuille ni dans la tige.

» 4° L'oxalate de chaux subit le même sort que le carbonate. En comptant les macles contenues dans une coupe de surface donnée (procédé fort peu exact, sans doute, mais qu'il est difficile de remplacer par un autre plus

précis, et qui m'a toujours donné des résultats concordants), on constate que, pour une plante soumise quinze jours à l'obscurité, la tige contient à peine 20 pour 100 et la feuille 15 pour 100 du nombre de cristaux que l'on trouve dans les parties d'une plante laissée à la lumière.

» 5° En traitant par l'acide sulfurique deux coupes de tige, prises, l'une sur une plante étiolée, l'autre sur une plante normale, on voit se former des cristaux de sulfate de chaux plus abondants dans la première que dans la seconde, d'où il semblerait résulter que la chaux disparue du limbe foliaire est venue, dans la tige, se combiner à un nouvel acide. Ce dernier doit être, au moins pour une partie, l'acide pectique, car l'acide carbonique qui décompose le pectate de chaux pour laisser l'acide pectique à l'état insoluble donne un résidu plus abondant avec une coupe de tige étiolée qu'avec une coupe de tige normale. »

GÉOLOGIE. — *Sur les cordons littoraux des mers géologiques.* Note de M. Stan. Meunier.

« Un géologue belge bien connu, M. A. Rutot, conservateur au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles, vient de donner dans le *Bulletin* de ce grand établissement ([1]) un intéressant Mémoire sur les phénomènes de la sédimentation marine, étudiés dans leurs rapports avec la stratigraphie régionale. J'y ai remarqué surtout le Chapitre relatif aux influences des mouvements séculaires d'oscillations sur les phénomènes de la sédimentation marine, et je ne puis m'empêcher de remarquer que l'auteur y donne, comme nouveaux, des faits que j'ai exposés, dès l'année 1875, dans un travail présenté à l'Académie des Sciences ([2]). Il s'agit de l'origine de couches cumulant l'aspect littoral avec la forme pélagique.

» Ainsi que je l'avais fait moi-même il y a huit années, M. Rutot montre que, si la falaise soumise à la dénudation marine est le siège d'un affaissement progressif, les trois bandes synchroniques de matériaux déposés par la mer : galets au bord, sables à leur suite, limon dans la zone profonde, — se prolongent horizontalement du côté de la terre ferme, de façon à constituer trois couches superposées, quoique de même âge. « Le littoral » sud de l'Angleterre, par exemple, disais-je, fournit, à un moment donné,

([1]) Tome II, p. 41; 1883.

([2]) *Comptes rendus*, séance du 13 décembre 1875. Voir aussi *Les Causes actuelles en Géologie, Cours professé au Muséum*, p. 232 et 238; 1879.

» un cordon de galets qui s'accumulent au pied de la falaise. Mais, par » suite des progrès rapides de la mer sur la terre ferme, ce cordon se com- » porte comme s'il entrait peu à peu dans le bassin marin; relié d'une ma- » nière intime aux galets dont la formation a suivi la sienne, il est devenu » l'un des éléments d'une *nappe caillouteuse*. Nul doute qu'une pareille » nappe ne s'étende sur tout le fond de la Manche. D'ailleurs, dès qu'un » point de la nappe de galets se trouve suffisamment éloigné de la côte, » par suite de la retraite de celle-ci, pour que les mouvements de la vague » ne s'y fassent plus sentir, un sédiment fin peut s'y déposer entre les silex, » et les mollusques, à test délicat, peuvent s'y établir. C'est exactement » de même que, à Montainville, on extrait avec surprise une foule de co- » quilles fragiles d'une couche remplie de grosses pierres arrondies. » Aux pages 339 et 340 de mon Cours sur les *Causes actuelles*, publié en 1879, on peut voir des figures théoriques fort analogues à celle que M. Rutot vient de placer à la page 13 de son Mémoire et qui représentent la disposition des sédiments formés successivement par la démolition d'une même falaise, constituée par une roche homogène ou par des réunions de roches diverses.

» La conclusion sur laquelle j'insiste est la prudence avec laquelle on doit conclure, de l'aspect littoral d'une formation, la preuve que le point où elle se présente appartient réellement à la limite d'une mer géologique donnée.

» C'est l'importance de ce dernier point de vue qui m'a engagé à rappeler mes anciennes publications, bien plus que le désir de formuler une réclamation de priorité sur un détail de Géologie générale. Il semble, en effet, que les considérations dont il s'agit soient de nature à ne faire accepter qu'avec les plus expresses réserves tout un ensemble de recherches bien faites pour séduire l'imagination et dont il faut se garder d'accepter trop facilement les résultats. Je veux parler des essais de détermination des anciens rivages géologiques, du tracé sur la Carte de la forme des mers à des époques déterminées.

» Alcide d'Orbigny et ses élèves à sa suite considèrent comme *point littoral* toute localité où une couche donnée présente des galets, des perforations de lithophages, des accumulations de coquilles charriées, etc. De pareils points étant déterminés en nombre plus ou moins grand pour un même horizon, on les réunit par une ligne et celle-ci est considérée comme représentant la forme du rivage cherché.

» Or, si l'on admet la réalité des faits précédemment exposés, il faut reconnaître que rien n'est plus arbitraire que cette ligne. Les mers dont

le fond s'est affaissé ou soulevé progressivement, ayant leur bassin entièrement recouvert d'une *nappe littorale*, le géologue réunit simplement les points de cette nappe que le hasard des excavations a mis à découvert ou que l'inégalité des dénudations a respectés. Le tracé qu'il obtient a toutes chances pour n'avoir aucun rapport de forme ni d'orientation avec celui qu'il a en vue.

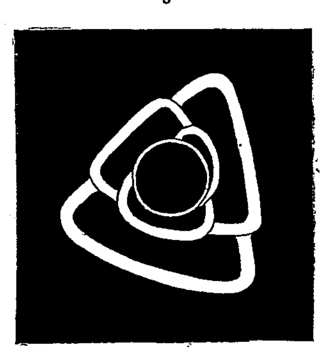
» Il y aura lieu de revoir, conformément à ces remarques et avec un très grand soin, les diverses tentatives faites jusqu'ici de détermination d'anciens rivages, de *rivages fossiles*, si l'on peut dire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelles observations sur le dimorphisme des Foraminifères*. Note de MM. **Munier-Chalmas** et **Schlumberger**, présentée par M. Hébert.

« Dans une première Communication sur le dimorphisme des Foraminifères, nous avons fait connaître deux types vivants de *Biloculines*; nous allons maintenant montrer que les espèces disparues participent également aux deux séries de modifications que nous avons déjà signalées dans les espèces vivantes.

» *Triloculina trigonula*, d'Orb. (*fig*. 5). — La forme A possède une loge

Fig. 5.



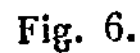
Triloculina trigonula, d'Orb., *forme* A [1]. Éocène moyen. Parnes. Gr. $\frac{45}{1}$.

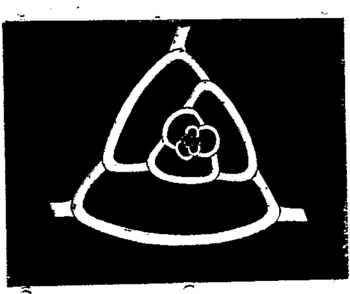
centrale très grande (204$^{\mu}$) entourée de trois rangs de loges sériées dont les plans de symétrie forment entre eux trois angles d'un tiers de circonférence. On remarquera que la première loge sériée est comprimée et correspond au canal des Biloculines. L'enroulement des loges, depuis la première jusqu'à la dernière, reste le même et suit trois directions passant par les

(1) Ce dessin et les trois suivants ont été exécutés d'après des photographies.

plans de symétrie dont nous venons de parler. Dans cette espèce les individus de la forme A atteignent souvent de grandes dimensions.

» *Triloculina trigonula*, d'Orb. (*fig*. 6). — La forme B présente une des plus petites loges centrales que nous ayons rencontrées, elle n'a que 18^{m}. Autour


Fig. 6.



Triloculina trigonula, d'Orb., *forme* B (¹). Éocène moyen. Parnes. Gr. $\frac{50}{1}$.

d'elle se groupent cinq loges qui reproduisent la disposition des Quinquéloculines. Cet enroulement ne se continue pas, car à partir de la sixième, qui devient très embrassante, les loges suivantes prennent brusquement le groupement triloculinaire.

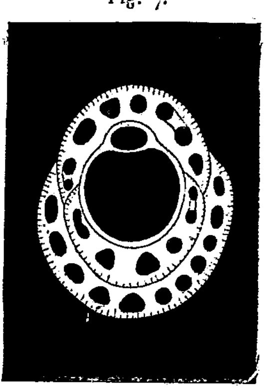
» *Pentellina saxorum*, d'Orb. sp. Eocène moyen. Parnes. — Cette espèce doit être considérée comme le type géométrique le plus parfait de l'enroulement à cinq directions. Dans les *Pentellina* comme dans les *Quinqueloculina*, on remarque que les formes A et B sont en apparence moins dissemblables que dans les autres genres. Cependant ces deux formes se distinguent de suite par la différence de grandeur qui existe dans leurs premières loges. De plus, autour de la loge centrale de la forme B, on constate la présence de sept petites loges, mais à partir de ce moment les loges suivantes prennent la disposition quinquéloculinaire si caractéristique et si constante de la forme A.

» *Fabularia discolithes*, Defr. (*fig*. 7). — Les individus de la forme A sont toujours extrêmement petits : les plus grands n'ont au maximum que sept loges embrassantes disposées alternativement de chaque côté de la loge centrale qui mesure 270^{μ}. La première loge sériée, qui correspond au canal des Biloculines, reste simple, tandis que les suivantes sont partagées, par des cloisons longitudinales, en chambres étroites plus ou moins circu-

(¹) Le dessin ne représente que la partie centrale de la section, les sept dernières loges manquent.

laires qui communiquent entre elles par des canaux latéraux. L'enroule-

Fig. 7.

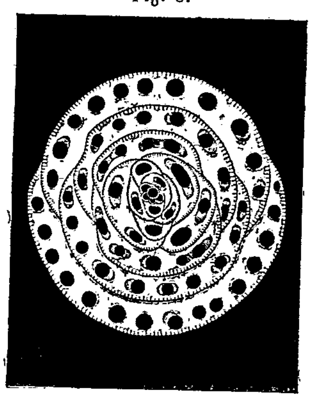


Fabularia discolithes, Defrance, *forme* A. Éocène moyen. Chaussy. Gr. $\frac{41}{1}$.

ment, semblable à celui des Biloculines, se fait suivant un seul plan de symétrie.

» *Fabularia discolithes,* Defr. (*fig.* 8). — Une section transversale faite

Fig. 8.



Fabularia discolithes, Defrance, *forme* B. Éocène moyen. Chaussy. Gr. $\frac{10}{1}$.

dans la forme B montre que les loges présentent trois modifications principales dans leur arrangement :

» 1° Autour de la loge centrale qui a 21$^{\mu}$ se groupent cinq loges simples, puis les neuf suivantes se disposent plus ou moins régulièrement suivant trois directions. Les deux dernières sont partagées par une épaisse cloison longitudinale qui les divise en deux ;

» 2° A partir de ce moment les nouvelles loges sont régulièrement opposées; les six ou sept premières de cette série présentent de nombreux canaux longitudinaux disposés sur *un seul rang* ;

» 3° Enfin, dans la troisième phase, les dernières loges, au nombre de vingt à vingt-deux, montrent un rang de *canaux supplémentaires* plus ou moins irréguliers situés vers la partie interne ([1]).

» Il résulte de cette étude très succincte que toutes les espèces de Miliolites que nous avons étudiées sont dimorphes. On pourra facilement reconnaître ce dimorphisme en comparant de nombreuses sections; la forme B se distinguera toujours par *une loge centrale beaucoup plus petite et entourée par un plus grand nombre de loges que dans la forme* A *correspondante.*

» Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de se prononcer définitivement sur la cause de ce dimorphisme; cependant il nous paraît dès à présent qu'il n'y a que deux hypothèses possibles.

» Dans la première, on peut supposer que chaque espèce est représentée par deux formes distinctes dès leur origine. Mais jusqu'à présent nous n'avons pu découvrir dans aucune des nombreuses espèces que nous avons étudiées de très jeunes individus de la forme B.

» La seconde hypothèse consiste à admettre que le dimorphisme est le résultat d'une évolution finale. Chaque individu passerait alors par deux phases successives : la première correspondrait à la forme A, mais, par suite de la résorption de la grande loge centrale, l'animal construirait une série de nouvelles loges correspondant à la forme B.

» Dans toutes les espèces examinées, des mesures exactes nous ont montré que, en supposant la loge centrale résorbée, l'espace devenu libre entre les premières loges sériées de la forme A, est assez grand pour permettre aux loges modifiées de la forme B de se développer.

» Il nous reste maintenant, avant de nous prononcer sur une de ces deux hypothèses, à suivre dans toutes ses phases l'évolution d'une espèce vivante. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une substance sucrée retirée des poumons et des crachats de phtisiques.* Note de M. A.-G. POUCHET, présentée par M. Wurtz.

« Dans la séance précédente, j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention sur une substance hydrocarbonée que j'ai décrite en donnant les résultats de son analyse élémentaire, ainsi que la composition de quelques-unes de ses

---

([1]) Ces loges ne figurent pas sur notre dessin qui ne représente que la partie centrale de la section.

combinaisons métalliques. J'y ajouterai quelques caractères permettant de la différencier des corps de composition analogue.

» La solution aqueuse de ce corps s'altère à l'air avec une grande rapidité. Elle brunit en s'oxydant et se couvre très vite de moisissures : on trouve alors dans la solution des acides *lactique* et *butyrique*.

» Les solutions aqueuses ne réduisent pas immédiatement la liqueur de Fehling, elles ne la colorent pas non plus. Par une ébullition prolongée, il y a une légère réduction de cuivre, due à ce que le corps ($C^{12}H^{20}O^{10}$) s'hydrate et s'oxyde en présence de l'alcali et donne du glucose.

» Cette hydratation est encore bien plus nette par l'ébullition des solutions aqueuses en présence d'une petite quantité d'un acide énergique, tel que l'acide sulfurique ou chlorhydrique ; le produit de la réaction réduit instantanément et avec énergie la liqueur cupropotassique et dévie fortement à droite le plan de la lumière polarisée.

» Le corps lui-même, en solution aqueuse, dévie faiblement à droite le plan de la lumière polarisée.

» Les solutions aqueuses ne précipitent ni par l'eau de chlore, ni par le tannin, lorsque la substance a été purifiée par un nombre suffisant de précipitations au moyen de l'alcool.

» L'iode en solution dans l'iodure de potassium ne produit aucune coloration.

» Les alcalis caustiques brunissent, lentement à froid, rapidement à chaud, les solutions aqueuses.

» Le chlorure et le nitrate mercurique donnent des précipités denses, solubles dans les solutions bouillantes et reparaissant par le refroidissement. Évaporée presqu'à siccité au bain-marie, la solution aqueuse donne avec le réactif de Millon une coloration jaune verdâtre que la chaleur ne fait pas changer.

» L'azotate d'argent donne d'abord un louche, puis, immédiatement, la liqueur devient successivement jaune, rouge, brune, et enfin il se produit une abondante réduction d'argent métallique sous forme de poudre brun noir ; avec l'azotate d'argent ammoniacal, le mélange devient rouge violacé et, par l'ébullition, on obtient un dépôt noir, miroitant, d'argent métallique.

» Je ne donne à présent, relativement à ce corps, que des indications sommaires, me réservant d'étudier complètement ses produits de réduction et d'oxydation, ainsi que ses combinaisons acétylées, qui pourront, sans doute, amener à la connaissance exacte de sa constitution.

» Je ferai seulement remarquer l'isomérie de ce corps avec le *glycogène*, et son importance au point de vue des phénomènes biologiques dont l'économie est le siège chez les phymateux. On peut, en effet, se demander si le glycogène, dans le foie des phtisiques, se transforme en cet isomère qui viendrait se localiser ensuite dans les poumons; ou bien encore, si le sucre contenu dans le sang et provenant du glycogène du foie se transforme, dans les poumons, en l'isomère que je viens de décrire.

» Claude Bernard et Rouget ont démontré l'existence du glycogène dans les bronches et les vésicules pulmonaires des poumons des fœtus : ils admettaient que cette substance, imparfaitement oxydée pendant la vie intra-utérine, s'accumulait dans le poumon, d'où elle disparaissait ensuite rapidement après la naissance, lorsque les oxydations commencent à se produire avec leur intensité normale.

» Kühne a signalé le glycogène dans les poumons dans quelques cas de pneumonie et de phtisie.

» Les réactions et les caractères extérieurs du corps que je viens de décrire le différencient nettement du glycogène, notamment sa parfaite solubilité dans l'eau, l'absence de toute coloration sous l'influence de l'iode, et surtout la réduction immédiate, à froid, de l'azotate d'argent.

» Toujours est-il que cette substance, que j'ai rencontrée en faisant des essais d'analyse immédiate de crachats de phtisiques, n'existe, en quantité appréciable, que dans les poumons tuberculeux ou caséeux : je l'ai vainement cherchée, à plusieurs reprises, dans le poumon sain. Il serait également intéressant de savoir si elle existe dans les crachats de la bronchite simple ou chronique sans mélange de tubercules : je me propose d'élucider ces diverses questions en poursuivant l'étude chimique de ce corps. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des condiments et particulièrement du sel et du vinaigre au point de vue de l'alimentation.* Note de M. C. **Husson**, présentée par M. Chatin.

« Quand on jette un coup d'œil rétrospectif sur l'art culinaire chez tous les peuples et en remontant à la plus haute antiquité, on est surpris de l'importance que n'ont jamais cessé d'avoir les assaisonnements.

» Cette particularité offre un intérêt réel que nous étudierons ailleurs, en recherchant l'origine, les causes et les effets de cet emploi. Aujourd'hui nous ne l'examinerons que dans son influence sur la digestion et seulement par rapport au sel et au vinaigre.

» Les assaisonnements, en effet, ne sont point seulement destinés à rendre les aliments plus sapides, à exciter l'appétit, à flatter le palais et à créer une jouissance: ils influent aussi sur les phénomènes de la digestion. La science a parlé à cet égard et, instinctivement, l'homme a toujours senti cette influence des condiments sur les fonctions digestives. Alors que souvent il croit ne satisfaire que ses goûts, c'est aux exigences de l'organisme qu'il obéit. Les soucis culinaires qui ont existé partout et toujours trouvent leur cause première dans cette impulsion à laquelle se joignent la Médecine et la Chimie pour appeler l'attention sur la nécessité des soins à donner à la préparation, à l'assaisonnement de la nourriture, même la plus simple.

» Trop souvent, parce qu'un mets est modeste, on en néglige la préparation et l'on croit suppléer à ce qui lui manque par de fortes doses d'épices, notamment par du sel et du vinaigre.

» Ce sont là deux erreurs graves. Quant à l'exagération dans l'emploi du sel ou des acides, elle peut être nuisible et nous allons essayer de le prouver.

» Les expériences ont été faites à l'aide de tranches de filet, privées de graisse et de tendons, soit marinées avec tous les assaisonnements voulus, dans du vin blanc, du vinaigre, de l'huile, soit simplement mises dans du sel ou du charbon. Après quatre jours de macération ou de contact, 4^{gr} de chacun des échantillons furent introduits dans une fiole, avec 1^{gr} de pepsine et 40^{gr} d'eau additionnée de $\frac{1}{100}$ d'acide chlorhydrique.

» Deux autres fioles, destinées à un examen comparatif, contenaient, l'une, ou n° 1, 4^{gr} de viande n'ayant subi aucun apprêt culinaire, 1^{gr} de pepsine liquide et 40^{gr} de la même eau acidulée que précédemment.

» L'autre, ou n° 2, les mêmes substances et les mêmes doses qu'au n° 1, seulement l'eau acidulée était à $\frac{1}{40}$.

» Toutes les fioles furent maintenues à une température de 40° dans un bain-marie.

» Les conséquences ont été celles-ci :

» La viande au vin s'est digérée très rapidement et celle au vinaigre arrivait ensuite. La viande à l'huile et celle au charbon venaient en troisième ligne; elles avaient nécessité, pour la digestion, à peu près le même temps que celle sans apprêt culinaire dite n° 1. La viande salée et la viande non apprêtée n° 2 se digérèrent très difficilement.

» Avec la papaïne, les résultats ont été conformes aux précédents, mais plus nets.

» Ces essais m'ont démontré une fois de plus combien il est difficile de compter sur les effets des pepsines du commerce.

» Ils m'ont conduit encore aux quelques remarques suivantes, sur le sel et l'acide acétique :

» 1° Si à 4gr de viande hachée, mise dans une fiole avec 40gr d'eau, 1gr de pepsine liquide ou de papaïne et 4 gouttes d'acide chlorhydrique, on ajoute une de ces quantités de sel : 0gr,05, 0gr, 10, 0gr,25, 0gr,50, 1gr, 2gr,50, 5gr, on voit que le sel, à petite dose, facilite peut-être un peu l'action du ferment pepsique; mais qu'à partir de 0gr,50 il la retarde, et cela proportionnellement à la quantité de chlorure.

» 2° En remplaçant le sel par l'acide acétique cristallisable, à l'une de ces doses, par exemple : 4gr, 2gr, 1gr, 0gr,50, 0gr,25, 0gr,10, la viande se dissout d'autant plus vite que la quantité d'acide est plus forte.

» Avec la papaïne et 4gr d'acide acétique, la transformation s'opère presque instantanément. Toutefois, si un excès d'acide acétique produit une dissolution plus rapide de la viande, il faut ajouter que, outre les peptones, il se forme alors de la gélatine, précipitable par le sulfate de magnésie et dont la proportion est en rapport direct avec la quantité d'acide.

» Si l'on opère sur 1gr d'acide acétique monohydraté et 4gr de viande et si l'on filtre, après digestion et saturation du liquide, on obtient encore un précipité par le sulfate de magnésie, mais peu sensible, ce qui permet de fixer à 10 ou 15 pour 1000 d'acide, soit 10 ou 15 pour 100 de vinaigre, les proportions donnant une bonne et rapide digestion de la viande.

» Des divers faits qui précèdent, il est possible aussi de tirer quelques autres conclusions pratiques.

» A. Certaines épices paraissent n'avoir d'autre utilité que de stimuler l'appétit et d'exciter la sécrétion des différents sucs nécessaires à la digestion.

» A ce seul point de vue, le sel, à faible dose, rentrerait dans cette catégorie si, en passant dans l'économie, il ne se transformait en acide chlorhydrique qui entre dans la composition du suc gastrique.

» La quantité de sel à employer, en cuisine, ne doit pas excéder 5 ou 10gr par 0kgr,5 de viande; si l'on en met plus, il agit de deux manières :

» 1° Il modifie la structure d'une portion des fibres musculaires de la viande en salaison qu'il rend plus résistante à l'action du suc gastrique.

» 2° Dans l'organe même, il ralentit la fermentation pepsique.

» Voilà pourquoi les viandes salées et fumées sont plus indigestes que les autres. Le sel en excès est en outre irritant.

» B. Les acides organiques, non toxiques, facilitent la digestion. Aussi l'emploi des condiments vinaigrés a-t-il sa raison d'être, mais à la condition de ne pas s'élever à des doses capables d'irriter les organes.

» Si les acides minéraux, l'acide chlorhydrique en particulier, dans les proportions de 1 à 4 pour 1000, sont nécessaires à la digestion, en quantités plus fortes, ils lui deviennent contraires et peuvent même l'arrêter.

» Tel est le résumé de mes premières observations.

» Si je me permets de les adresser à l'Académie, c'est qu'elles me semblent sanctionnées par les belles expériences de MM. Claude Bernard, Dumas, Wurtz, Béclard, Mialhe, etc., qui ont servi de base à mes recherches. »

M. **Testud de Beauregard** transmet à l'Académie, à propos des Communications de M. Trèves, du 18 septembre 1882 et du 9 avril 1883, divers documents relatifs à ses Études sur les explosions des chaudières à vapeur. (Extrait.)

« L'explosion par l'eau privée d'air peut être rangée dans la catégorie des inéquilibres de chaleur, l'excès de température se portant sur l'eau, contrairement à ce qui a lieu lors de l'état sphéroïdal. De là, on peut déduire l'utilité du thermomètre dans les appareils de sécurité.

» Dans tous les cas, le remède le plus certain est la prévision, les précautions préalables; et cette cause d'accident peut être évitée, en alimentant d'abord avec de l'eau aérée et ensuite, comme double précaution, en injectant, à l'aide d'une pompe, une petite quantité d'air à même le générateur, surtout avant la mise en feu, l'air contenu dans l'eau du générateur ayant pu être éliminé lors de l'abaissement de température dans l'appareil. »

M. **Moigno** adresse à l'Académie, à propos des récentes expériences de M. Marcel Deprez, une Note intitulée : « Résistance sous laquelle doit naître le courant des machines magnéto ou dynamo-électriques pour produire son effet à distance à travers de grandes résistances extérieures ». (Extrait.)

« Les effets d'aimantation obtenus avec les machines magnéto-électriques furent d'abord très bornés, parce que l'on recommandait toujours de se servir de la bobine à fil gros et court. Je crois avoir reconnu le premier,

dès 1838, que l'on obtenait des électro-aimants très puissants, en faisant usage, pour la machine magnéto-électrique, d'une bobine à fil très fin et très long. »

M. C.-V. Zenger adresse une Note portant pour titre : « La périodicité des grandes dépressions barométriques observées depuis 1748 jusqu'à 1880 ».

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances des 7 et 14 mai 1883.

Passage de Vénus de l'année 1882, *Mission d'Haïti. Album photographique de M.* Chapuis, *Lieutenant de vaisseau, Membre de la Mission;* 1 vol. in-4° oblong relié. (Présenté par M. Dumas.)

Traité de Géométrie descriptive pour l'enseignement secondaire classique; par E. Lebon. Paris, Delalain; 2 vol. in-8°, avec atlas. (Présenté par M. de la Gournerie.)

Transcription des noms géographiques en lettres de l'alphabet latin; par M. B. de Chancourtois. Paris, E. Martinet, 1878; br. in-8°.

Conférences sur l'unification des travaux géographiques; par M. B. de Chancourtois. Paris, Imp. nationale, 1879; br. in-8°.

La race provençale; par M. Bérenger-Féraud. Paris, O. Doin, 1883; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Note complémentaire sur le Titanophasma Fayoli *et sur les* Protophasma Dumasii et Woodwardii; *par* M. Ch. Brongniart. Paris, Imp. Malteste, 1883; 2 p. in-8°.

Sur un nouvel insecte fossile des terrains carbonifères de Commentry (Allier), et sur la faune entomologique du terrain houiller; par M. Ch. Brongniart. Lagny, Imp. F. Aureau; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Diagnostic et traitement des maladies du cœur; par C. Paul. Paris, Asse-

lin, 1883; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Les habitations ouvrières en tous pays. Situation en 1878. *Avenir; par* E. Muller et E. Cacheux. Paris, J. Baudry, 1879; 1 vol. in-8°, avec atlas in-4°. *Documents divers.* (Adressés au Concours Montyon, Arts insalubres.)

J. Giroud de Villette. *Le premier aérostat monté.* Paris, A. Ghio, 1880; 1 vol. in-12 relié.

Expériences sur l'aurore boréale en Laponie; par S. Lemström. Saint Pétersbourg, 1883; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Tresca.)

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences de Harlem; t. XVII, liv. 3, 4 et 5; t. XVIII, liv. 1. Harlem, les Héritiers Loosjes, 1882-1883; 4 liv. in-8°.

Archives du musée Tayler; série II, 3e partie. Harlem, les Héritiers Loosjes, 1882; gr. in-8°.

Natural history of New-York. Palaeontology; vol. V, part. II. Albany, Ch. Van Benthuysen, 1879; 2 vol. in-4° reliés (texte et planches).

Professional papers of the corps of Engineers of the United States Army. Report upon the primary triangulation of the United States lake survey. Washington, 1882; in-4° relié.

Anales de la Oficina meteorologica argentina, por su director B. A. Gould; t. III. Buenos-Aires, 1882; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUIN 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la possibilité d'accroître dans une grande proportion la précision des observations des éclipses des satellites de Jupiter.* Note de M. A. CORNU.

« La nécessité de tirer parti des éclipses des satellites de Jupiter s'impose de plus en plus à mesure que la discussion des méthodes susceptibles de fournir la parallaxe solaire accorde aux méthodes physiques, telles que la détermination de la vitesse de la lumière et de la constante de l'aberration, une importance croissante.

» Malheureusement les incertitudes qui se révèlent lorsqu'on discute les séries d'observations de ces éclipses sont si graves, qu'il est impossible de comparer les résultats de ces séries avec ceux que fournissent les méthodes précitées : c'est ce qui explique l'abandon dans lequel ces observations sont tombées depuis un demi-siècle, malgré leur intérêt pour la détermination des longitudes.

» Cependant un retour de faveur paraît actuellement se dessiner à l'égard de ce phénomène, dont l'importance serait considérable s'il fournissait des données précises; mais, d'après les publications parvenues à ma

connaissance jusqu'ici, il ne paraît pas que le perfectionnement des méthodes d'observation ait modifié beaucoup les anciens errements; aussi est-il à craindre qu'on retombe sur les mêmes difficultés si l'on n'introduit pas une modification profonde dans la méthode d'observation.

» Le problème consiste, comme on le sait, à déterminer les époques successives de retour d'un même satellite sur son orbite à la même position par rapport aux cônes d'ombre et de pénombre que projette la planète. On cherche à y parvenir en observant l'époque de l'apparition (émersion) ou de la disparition (immersion) de l'astre : en réalité, on note le moment où la sensibilité visuelle atteint sa limite inférieure.

» Comme l'intérêt consiste à sommer les avances ou les retards que la variation de distance de la planète à la Terre produit sur l'époque de ces retours, il est indispensable d'observer la série de ces phénomènes tant au moment du minimum de distance (opposition) qu'au moment le plus rapproché possible du maximum (conjonction).

» Les observations se présentent forcément dans des circonstances toutes différentes : à l'opposition, la planète passe au méridien à minuit; à la conjonction, à midi : dans le premier cas, les observations peuvent se faire de nuit; dans le second cas, elles sont impossibles à cause du voisinage du Soleil, ce qui oblige à ne pas dépasser beaucoup les quadratures pour que les satellites soient encore visibles malgré le crépuscule.

» Les deux groupes décisifs d'observations doivent donc être effectués l'un sur un champ le plus souvent sombre, l'autre sur un champ relativement très éclairé; en outre, la différence de distance entraîne une différence notable dans l'éclat des astres.

» De là, une dissymétrie fâcheuse, mais inhérente au problème.

» En dehors de cette cause inévitable d'erreur, on peut dire que chacune des circonstances de l'observation apporte une complication nouvelle, empêchant les résultats d'être comparables; ce sont d'abord les conditions météorologiques : les brumes, l'absorption atmosphérique, l'hétérogénéité des couches d'air rendant les images onduleuses, etc.; les conditions astronomiques, qui règlent l'heure variable des éclipses vis-à-vis du crépuscule, la hauteur variable de l'astre, la présence périodique de la Lune illuminant l'atmosphère, l'influence de l'atmosphère de Jupiter, etc.; les conditions instrumentales : le pouvoir optique de l'instrument, la netteté de l'image du satellite, l'illumination inévitable des milieux réfringents ou des surfaces réfléchissantes, etc.; enfin les conditions physiologiques de l'observateur : la sensibilité de sa vue, la persistance de ses impressions, son état nerveux, etc.

» Il serait superflu d'insister sur la grandeur des incertitudes que causent toutes ces influences, puisque la discussion des séries d'observations l'établit d'une manière malheureusement surabondante.

» En réfléchissant aux moyens d'atténuer ces incertitudes, on reconnaît bientôt que la cause fondamentale qui les produit est due à l'utilisation d'une impression physiologique dans les plus mauvaises conditions où elle puisse se présenter : en effet, c'est une impression *absolue*, sans aucun point de comparaison; c'est une impression *limite;* enfin, c'est une impression que l'observateur éprouve à des *intervalles* relativement fort *éloignés*.

» Le perfectionnement de la méthode d'observation doit donc consister à rétablir les meilleures conditions où une impression physiologique peut être utilisée : l'impression, au lieu d'être absolue, doit être *relative*, c'est-à-dire employée à obtenir une comparaison d'égalité, ce qui détruira d'un même coup la première et la troisième des conditions fâcheuses que l'on vient de signaler; enfin, au lieu d'être mise en œuvre au moment où la perception visuelle s'évanouit, elle doit être utilisée, au contraire, dans la période où la sensibilité visuelle est en pleine possession de sa vigueur.

» Le type de la méthode qui me paraît remplir ces conditions est le suivant : produire à côté de l'image du satellite observé l'image d'un satellite artificiel, d'éclat variable, au gré de l'observateur; chercher à égaliser les deux images à des intervalles de temps très rapprochés et enregistrer l'intensité photométrique de l'image artificielle au moment de l'égalité.

» Cette production d'astres artificiels a été réalisée bien des fois par les astronomes; mais il n'en est pas de même de l'enregistrement des indications d'un photomètre. Voici, en quelques mots, l'un des dispositifs qui m'ont réussi. L'astre artificiel est produit par le foyer conjugué d'un très petit trou éclairé par une source convenable ([1]); l'ouverture de l'objectif qui produit cette image est réglée par un *œil-de-chat* ([2]), mû par une crémaillère dont le pignon est manœuvré par l'observateur. L'une des plaques mobiles de l'œil-de-chat porte un appendice muni d'un tracelet s'appuyant sur le cylindre enfumé d'un chronographe. La loi des intensités de l'astre artificiel avec le temps s'inscrit automatiquement, et un signal spécial de l'observateur marque l'époque où l'éclat des deux points lumineux a paru identique. Cet appareil photométrique est si facile à manœuvrer que,

---

([1]) Je n'ai opéré qu'avec des sources artificielles; mais il est évident qu'on aura souvent intérêt à employer pour les observations définitives une petite image du disque de Jupiter, comme l'ont fait les astronomes du Harvard College (*Annals*, vol. XI, Part II, p. 239).

([2]) Voir mes *Études photométriques* (*Journal de Physique*, t. X, p. 189).

avec un peu d'habitude, on peut réduire à moins de trois secondes la durée nécessaire à l'exécution d'un pointé.

» Ce dispositif permet en même temps de réaliser une condition importante, celle de l'égalisation du champ sur lequel se détachent les deux images. En effet, le miroir à 45° qui amène l'image artificielle à côté de l'image réelle peut réfléchir aussi l'illumination produite par l'un des dispositifs employés pour éclairer le champ des instruments méridiens.

» En résumé, on voit qu'on peut obtenir avec ce type d'appareils *la loi expérimentale de la variation de l'éclat du satellite avec le temps*, cet éclat étant finalement exprimé en fonction de l'éclat normal du satellite.

» Il reste maintenant à montrer quelle est la phase du phénomène la plus favorable à la précision des résultats.

» Pour la déterminer *a priori*, il faudrait connaître :

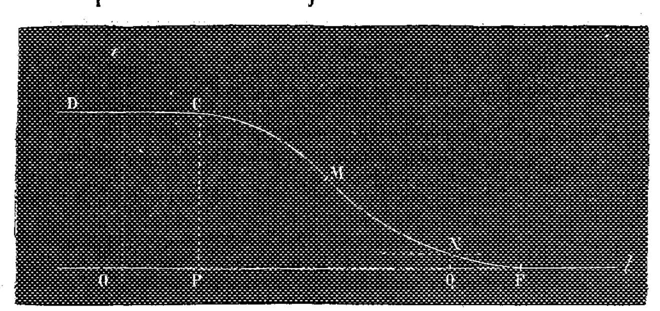
» 1° La loi théorique de variation de l'éclat du satellite avec le temps;

» 2° Les lois qui régissent la sensibilité visuelle dans les circonstances de l'observation.

» Si l'on veut se borner à une première approximation, on peut se contenter de la connaissance de la forme approchée dés fonctions qui représentent ces deux genres de lois.

» 1° *Loi de variation de l'éclat de l'astre avec le temps.* — La détermination théorique de cette loi, pendant une émersion ou une immersion, dépend évidemment de toutes les circonstances astronomiques dans lesquelles a lieu le phénomène; l'expression mathématique de cette loi (à laquelle il sera nécessaire de recourir dans la discussion des séries d'observations) est donc nécessairement fort compliquée.

» Mais, pour l'approximation que nous avons en vue, il suffit de remarquer qu'on connaît l'allure de cette fonction et qu'on peut la représenter géométriquement par la courbe ci-jointe :



» C'est le cas de l'immersion : l'ordonnée, représentant l'éclat *e*, est constante tant que le satellite est en dehors des cônes de pénombre et d'ombre; l'époque de l'entrée dans la pénombre est donnée par l'abscisse

P : l'éclat diminue d'abord lentement, ce qui est exprimé par la tangence en C de la courbe à la parallèle DC. L'époque de la disparition théorique est l'abscisse F où l'intensité est nulle et la courbe tangente à l'axe Ot.

» La courbe présente donc nécessairement, vers le milieu M, un point d'inflexion, c'est-à-dire une portion sensiblement rectiligne. Ces conditions de tangence, au début et à la fin du phénomène, qui caractérisent l'allure de la courbe, sont évidemment imposées par la forme circulaire du disque solaire et du disque du satellite : quant à l'*ordre* du contact, c'est le calcul exact qui seul peut le donner; en fait, il est du second ordre.

» Il résulte de ces propriétés géométriques que $\frac{de}{dt} = 0$ pour le début et la fin du phénomène et que $\frac{d^2e}{dt^2} = 0$ pour le point d'inflexion, $\frac{de}{dt}$ étant alors maximum.

» Cette représentation géométrique montre une nouvelle cause d'incertitude, la plus grave peut-être, inhérente à la méthode ordinaire d'observation, laquelle équivaut à la détermination de l'abscisse Q correspondant à l'*éclat limite perceptible* NQ : l'époque Q est très mal définie, parce que, dans le voisinage du point de contact d'une tangente, l'ordonnée NQ est infiniment petite du second ordre (ici du troisième ordre), tandis que la distance QF est du premier ordre seulement.

» Elle indique bien aussi l'importance du point d'inflexion dans le voisinage duquel *la vitesse de variation de l'éclat de l'astre est maximum*, condition expérimentale très précieuse, comme on va le voir bientôt.

» 2° *Lois physiologiques qui régissent la sensibilité visuelle dans les circonstances de l'observation*. — L'impression lumineuse reçue par l'œil de l'observateur est produite : 1° par l'éclat intrinsèque réel e de l'astre, considéré comme un petit disque de surface appréciable; 2° par l'éclat intrinsèque e_0 du champ lumineux sur lequel l'astre se projette. Comme l'illumination du champ est due en majeure partie, sinon en totalité, à la diffusion produite par les milieux interposés, on ne peut pas s'éloigner beaucoup de la vérité en considérant l'impression totale comme la somme de deux impressions : l'*éclat apparent* de l'astre est donc mesuré par $e + e_0$; cette expression rend bien compte de l'idée qu'on se fait de la *visibilité absolue* représentée par $e + e_0$, et de la *visibilité relative* $(e + e_0) - e_0 = e$, ou différence d'éclat entre l'astre et le champ. Comme l'éclat apparent $e + e_0$ varie avec le temps, toute erreur d'appréciation $\Delta(e + e_0)$, ou simplement Δe, entraîne une erreur Δt sur l'époque, Δe et Δt étant liées par la relation définie ci-

dessus géométriquement,

$$\Delta e = \frac{de}{dt}\Delta t, \quad \text{d'où} \quad \Delta t = \frac{\Delta e}{\left(\frac{de}{dt}\right)},$$

expressions dans lesquelles $\frac{de}{dt}$ représente le coefficient angulaire de la tangente avec l'axe des abscisses.

» On reconnaît ainsi que l'*erreur* Δt *commise sur l'époque est proportionnelle à un facteur purement physiologique* Δe, *et en raison inverse d'un facteur purement géométrique* $\left(\frac{de}{dt}\right)$.

» Le facteur géométrique est connu : l'autre dépend de la loi physiologique qui lie l'erreur Δe à $e + e_0$ dans les circonstances de l'observation, c'est-à-dire qui lie la variation perceptible d'éclat lorsque l'éclat est $e + e_0$. Au point de vue empirique, j'ai reconnu qu'on pouvait admettre dans des circonstances assez différentes (relatives en particulier à la grandeur et à la netteté des bords du disque) l'expression

$$\Delta e = \mathrm{H}(e + e_0)^\alpha,$$

H et α étant deux constantes qu'on détermine dans les conditions d'observation; α paraît toujours positif et voisin de l'unité. Elle comprend deux cas particuliers simples qui peuvent tous deux se présenter :

» 1° $\alpha = 0$, la variation perceptible d'éclat est indépendante de l'éclat absolu;

» 2° $\alpha = 1$, la sensibilité de l'œil ne dépend que de l'éclat relatif.

» Si l'on admet cette fonction empirique (qui ne peut pas être bien éloignée de la vérité), on obtient aisément la condition analytique qui donne les meilleures circonstances d'observation; c'est évidemment celle qui rend minimum l'erreur Δt; égalant à zéro la dérivée prise par rapport au temps de l'expression de cette erreur, il vient

$$\frac{d}{dt}\left[\frac{(e+e_0)^\alpha}{\frac{de}{dt}}\right] = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{(e+e_0)^{\alpha-1}}{\left(\frac{de}{dt}\right)^2}\left[\frac{d^2e}{dt^2} - \alpha\left(\frac{de}{dt}\right)^2(e+e_0)\right] = 0.$$

La condition pratique est donnée par les termes entre crochets.

» On voit que, pour $\alpha = 0$, il reste $\frac{d^2e}{dt^2} = 0$, condition évidente d'après la figure géométrique ci-dessus; ce qui signifie que si la variation perceptible d'éclat est indépendante de l'éclat absolu, c'est à l'époque correspon-

dant au point d'inflexion de la courbe (sensiblement le milieu du phénomène) que le minimum d'erreur doit se présenter.

» Pour les valeurs de α positives et peu éloignées de l'unité, on reconnaît aisément que la valeur de e, annulant la quantité entre crochets, doit donner à la dérivée seconde une valeur positive; par conséquent, l'époque la plus favorable de l'observation est comprise entre le milieu et la fin du phénomène; mais, comme le terme en $\left(\frac{de}{dt}\right)^2$ diminue rapidement lorsqu'on approche des faibles intensités, l'époque la plus favorable pour l'observation ne s'éloignera jamais beaucoup de celle pour laquelle l'astre présente l'éclat moitié de l'éclat normal.

» Les conclusions déduites de ces études sont les suivantes :

» 1° *Il paraît nécessaire de renoncer à définir le phénomène de l'immersion et de l'émersion par l'époque de la disparition ou de la réapparition de l'astre à cause des incertitudes physiologiques et géométriques inhérentes à cette définition;*

» 2° *Il serait préférable de définir ces phénomènes par l'époque où l'astre présente la moitié de son éclat normal;*

» 3° *On doit recommander la méthode d'enregistrement photométrique, spécialement pendant la période du demi-éclat;*

» 4° *Il est fort utile, dans tous les cas, d'ajouter aux observations du satellite une détermination de l'éclat du champ comparé à celui de Jupiter, pour caractériser l'illumination du champ et permettre certaines corrections.*

» *Remarque.* — Il est bon de noter que la méthode proposée, n'utilisant ni le début ni la fin du phénomène, n'empêche en rien l'emploi simultané de la méthode ordinaire.

» Tous les appareils de mesure indiqués ci-dessus ont été réalisés et expérimentés, soit au laboratoire de Physique de l'École Polytechnique, soit à l'Observatoire de Paris, et les résultats sont assez satisfaisants pour que notre Confrère M. Mouchez, directeur de l'Observatoire, ait autorisé l'installation définitive de ces appareils sur l'un des grands équatoriaux de l'établissement; quelques-uns sont déjà en construction.

» M. Obrecht, aide-astronome, s'est consacré depuis quelques mois aux études dont les principes viennent d'être exposés succinctement. Dans une prochaine Communication, nous donnerons les résultats numériques des expériences auxquelles nous nous sommes livrés pour nous rendre compte des lois physiologiques qui président à l'observation du phénomène et pour estimer la précision qu'on peut attendre de la méthode proposée. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité du sulfure de cuivre dans les sulfomolybdates alcalins;* par M. **Debray**.

« Le produit de l'attaque de la cérite par l'acide sulfurique, repris par l'eau, donne une liqueur qui précipite plus ou moins abondamment par l'hydrogène sulfuré. Ce précipité, de couleur noirâtre, a une composition variable; on y a constaté la présence du cuivre, du plomb, du bismuth et du tungstène : j'y ai constaté récemment celle du molybdène. C'est un fait de peu d'importance sur lequel je ne m'arrêterais pas, si la recherche du molybdène, en présence du cuivre, ne présentait pas une singularité intéressante.

» En faisant digérer le précipité de sulfure bien lavé avec du sulfhydrate d'ammoniaque, on a obtenu une liqueur d'un brun foncé, d'où l'acide chlorhydrique dilué a précipité un corps rougeâtre qui se rassemblait et se filtrait mal.

» Ce précipité, grillé à basse température, a donné un corps brun, fusible au rouge, cristallisant par refroidissement comme l'acide vanadique. J'avais donc cru un instant avoir obtenu de l'acide vanadique impur, mais je n'ai pas tardé à reconnaître que c'était du molybdate de cuivre. En effet, en le fondant avec du carbonate de soude sec et reprenant par l'eau, on obtient un résidu noir d'oxyde de cuivre et du molybdate de soude soluble; d'où l'on peut, après l'avoir amené à l'état de sulfomolybdate par un courant d'hydrogène sulfuré, extraire par les acides du sulfure de molybdène brun marron, qu'un grillage ménagé vers le rouge transforme en lamelles brillantes d'acide molybdique sublimé.

» Le molybdate de cuivre, produit par double décomposition, est en effet très facilement fusible au rouge, avec dégagement d'oxygène, parce qu'il se produit une certaine quantité de molybdate cuivreux. On peut également dissoudre du sulfure de cuivre dans un sulfomolybdate alcalin et reproduire, par l'addition d'acide chlorhydrique, le précipité rougeâtre dont j'ai parlé.

» La quantité de sulfure qui peut ainsi se dissoudre dans les sulfomolybdates alcalins est très considérable : elle correspond à la formation d'un sulfomolybdate de cuivre défini. C'est ce que montre l'expérience suivante :

» On a dissous 20^{gr} de molybdate d'ammoniaque ordinaire dans une petite quantité d'eau ammoniacale, 14^{gr} de sulfate de cuivre dans de l'eau

également ammoniacale (environ $2^{éq}$ d'acide molybdique pour $1^{éq}$ de cuivre) et l'on a mélangé les dissolutions qui n'ont pas donné de précipité, grâce à l'excès d'ammoniaque. En ajoutant au mélange, dont le volume était de 150^{cc}, environ un volume égal de sulfhydrate d'ammoniaque, il y a eu précipitation et redissolution instantanée et la liqueur a pris une teinte rouge foncé. En la faisant bouillir, il ne s'est d'abord rien déposé; puis, à un moment donné, il s'est formé au fond du vase un abondant dépôt cristallin de sulfomolybdate double de cuivre et d'ammoniaque, un peu soluble dans l'eau qu'il colore en rouge. Comme tous les sulfomolybdates, c'est un produit dichroïque, vert par réflexion et rouge par transparence.

» Je n'ai pas examiné davantage cette réaction; il est clair qu'il reste à déterminer la nature du produit très soluble qui se forme d'abord par le mélange des dissolutions de molybdate d'ammoniaque, de sulfate de cuivre et de sulfhydrate d'ammoniaque, et qu'une ébullition prolongée transforme en sulfomolybdate double moins soluble. Mon intention a été seulement de signaler l'influence du molybdène sur la solubilité du sulfure de cuivre dans les sulfures alcalins. »

COSMOGRAPHIE. — *Note de* M. **Léon Lalanne**, *accompagnant la présentation de deux Notes de* M. Ed. Collignon, *relatives à la « Résolution, au moyen de tableaux graphiques, de certains problèmes de Cosmographie ».*

« On sait le rôle que les constructions graphiques ont joué, à une époque déjà ancienne, pour la solution des problèmes d'Astronomie. Au XVIe siècle, particulièrement, les cosmographes en ont fait grand usage et, en y adaptant des parties mobiles, ils sont arrivés à trouver mécaniquement et par de simples lectures des résultats qui auraient exigé de très longs calculs. On peut citer particulièrement, comme offrant une foule de figures et d'exemples remarquables en ce genre, l'*Astronomique discours de Jacques Bassantin, Écossais*, Paris, 1557, in-f°. Les gnomographes qui ont fleuri jusqu'à la fin du siècle dernier ne s'occupaient en général que de constructions dans lesquelles se trouvait placé le style dont l'ombre se projette sur le plan graphique. Ce genre de figures et d'études, qui fournit d'excellents exercices de Géométrie descriptive, a été longtemps négligé. On y reviendra peut-être, maintenant que les méthodes graphiques ont été substituées dans un si grand nombre de cas à des calculs compliqués de différents genres.

» La figure fondamentale que je mets sous les yeux de l'Académie, et qui n'a pas encore été publiée, fait connaître, sans parties mobiles, sur un

plan, et à l'aide de tracés simples, de lectures faciles à faire, sans avoir recours à aucune anamorphose, les heures du lever et du coucher du Soleil en un point quelconque du globe et à une époque quelconque de l'année et les heures du passage du Soleil dans le premier vertical. Elle a même été complétée de manière à tenir compte de la durée du crépuscule; et la figure complémentaire dressée *ad hoc* peut donner une solution approximative pour la détermination du plus court crépuscule en un point donné de la Terre, problème qui a eu vers la fin du XVIIe siècle une certaine célébrité.

» Au sujet de cette dernière question, il est bon d'ajouter que M. Collignon qui, durant plusieurs années, a vécu dans de hautes latitudes, a proposé depuis longtemps de réduire de près de moitié la limite de 18° que l'on assigne ordinairement à la hauteur du Soleil au-dessous de l'horizon pour le terme ou l'origine du crépuscule, lorsque l'on veut passer d'une considération purement astronomique à un résultat pratique. Il a, dans un autre ouvrage (*Les chemins de fer russes de* 1857 *à* 1862, 2e édit., p. 183), déterminé par une observation directe la latitude à laquelle commence, d'une manière sensible, le jour de vingt-quatre heures à l'époque du solstice d'été. Cette latitude est d'environ 57°; et cette donnée, introduite dans la formule connue qui donne la durée du crépuscule en fonction de la date et de la latitude, conduit à 9°32′ pour la hauteur pratique au-dessous de laquelle il faut, quand le Soleil l'a dépassée au-dessous de l'horizon, se servir de lumière pour lire des caractères de grosseur ordinaire. »

M. A. DE CALIGNY fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage portant pour titre : « Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes », et en donne l'analyse suivante :

« Le premier Volume a pour objet l'hydraulique physique, et renferme les principes sur lesquels reposent les machines hydrauliques de mon invention. C'est, en quelque sorte, une seconde édition de Mémoires que j'avais déjà publiés. J'y ai ajouté des expériences inédites et des considérations relatives notamment aux phénomènes de succion de l'eau en mouvement. Depuis qu'il est imprimé, j'ai eu occasion de faire des expériences nouvelles sur les ondes, sur le mouvement de l'eau dans les tuyaux coudés, etc. On en trouvera la description dans le second Volume.

» J'ai établi la théorie des lois les plus essentielles des oscillations de

l'eau dans les tuyaux, et j'ai donné des résultats d'expériences nécessaires pour calculer les effets de mes machines hydrauliques.

» Les phénomènes que j'ai étudiés dans cette première Partie sont trop nombreux pour qu'il soit possible d'en donner une idée en quelques mots, autrement qu'en renvoyant à la Table des matières. Les recherches, objet de cet Ouvrage, ne sont pas toutes relatives aux oscillations de l'eau; mais, comme la plus grande partie s'y rapporte, j'ai cru devoir adopter un titre qui s'y rattache principalement.

» J'ai donné beaucoup d'étendue à la description de mes expériences sur les ondes. Quelques-unes ont été faites en commun avec M. Bertin, Ingénieur de la Marine. Je me suis notamment occupé avec lui, dans l'arsenal du port de Cherbourg, de l'effet des vagues sur des plans inclinés, formés de diverses espèces de sable, afin d'étudier leur action sur des enrochements analogues à ceux de la digue. Les études que j'ai faites sur les ondes ayant pour objet des phénomènes nouveaux et des points très controversés de la théorie, je ne peux en donner ici une idée qu'en renvoyant aussi à la Table des matières.

» Le second Volume de cet Ouvrage est beaucoup plus étendu que le premier. Ce n'est plus seulement une seconde édition des Mémoires que j'avais déjà publiés. Il a été nécessaire de le rédiger de nouveau presque en entier. Quoique depuis longtemps j'aie pris date pour les idées les plus essentielles, j'ai trouvé en le publiant beaucoup de détails utiles. Ainsi j'ai rendu automatique mon système d'écluses de navigation à colonnes liquides oscillantes, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'employer ni bassin d'épargne, ni soupape, ni cataracte. J'ai donné beaucoup d'étendue au Mémoire sur les écluses. Il ne s'agit pas seulement, d'ailleurs, d'épargner l'eau, mais d'accélérer le service par des moyens nouveaux, notamment par des tubes mobiles, que j'avais indiqués depuis longtemps et dont l'emploi est aujourd'hui *préconisé par la plupart des ingénieurs chargés de grands services de navigation*, selon une lettre que j'ai reçue du Ministère des Travaux publics.

» Ce Volume renferme aussi la description et la théorie de diverses machines que j'ai eu l'honneur de présenter presque toutes à l'Académie des Sciences. On y trouve divers moteurs hydrauliques; diverses machines à élever l'eau ou à faire des épuisements au moyen de chutes d'eau; des machines soufflantes ou à compression d'air; et divers systèmes de pompes reposant aussi sur des principes qui m'ont permis de donner une extrême simplicité à la plupart des machines de mon invention. »

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Des acquisitions scientifiques récentes concernant l'étiologie et la prophylaxie du choléra.* Mémoire de M. A. FAUVEL. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Pasteur, Bouley, Gosselin, Vulpian).

« L'auteur commence par confirmer la Communication qu'il a faite l'année dernière *Sur les quarantaines à Suez*, en apportant de nouveaux faits à l'appui de l'efficacité des mesures prophylactiques contre l'importation du choléra en Europe.

» Deux faits nouveaux sont venus, en 1882, confirmer cette efficacité.

» Le premier est relatif à l'importation en Égypte de troupes indiennes, pour prendre part à l'expédition anglaise.

» Il y avait d'autant plus à craindre que ces troupes n'apportassent le choléra avec elles, que les autorités anglaises de l'Inde soutenaient, malgré ce que nous avait appris l'expérience, que l'importation n'était pas à redouter quand le choléra ne régnait pas à l'état épidémique dans les foyers d'endémie.

» Heureusement qu'en présence d'un intérêt aussi important que celui d'éviter l'introduction du choléra en Égypte, au moment de son expédition, le gouvernement anglais n'hésita pas à ne tenir aucun compte de la doctrine imaginée dans l'Inde, en vue d'un intérêt purement commercial, et à appliquer à ses troupes les mesures prophylactiques les plus sévères, grâce auxquelles elles arrivèrent en Égypte entièrement exemptes de choléra. L'armée anglaise et l'Égypte furent ainsi entièrement préservées de cette maladie.

» Le second fait fut la contre-partie du premier. Peu de semaines après, un navire chargé de pèlerins, parti de Bombay, eut le choléra à bord dans son trajet jusqu'à Aden. Envoyé en quarantaine dans une île de la mer Rouge, le choléra y prit les proportions d'une épidémie; d'autres navires de même provenance se rendirent directement à Djeddah, y débarquèrent leurs passagers, et bientôt le choléra éclata parmi les pèlerins, au moment de leur agglomération pour les fêtes du Courban-Bairam.

» L'application immédiate des mesures de quarantaine, pratiquées l'année précédente, aux pèlerins revenant par mer en Égypte eut le même

succès. Le choléra s'éteignit rapidement parmi eux et l'Égypte fut entièrement préservée.

» Ces faits sont très significatifs, et le premier montre combien le gouvernement anglais fait peu de cas de la doctrine commerciale indienne, quand il a un intérêt majeur à n'en pas tenir compte.

» *Les acquisitions scientifiques récentes concernant l'étiologie et la prophylaxie du choléra* portent à peu près exclusivement sur certaines questions d'immunité que les conférences de Constantinople et de Vienne avaient indiquées sans pouvoir les résoudre.

» Trois grands faits ressortent des recherches de l'auteur à ce sujet :

» 1° L'*immunité générale* dont jouissent les *natifs* dans les ports de l'Inde où le choléra est endémique.

» L'*immunité relative* observée parmi les populations du Hedjaz quand le choléra y règne parmi les pèlerins.

» 3° L'*immunité temporaire* et plus ou moins complète qui suit en tout pays une épidémie de choléra dans une localité quelconque.

» A ces trois faits principaux se rattachent des conséquences secondaires dont la plus importante est qu'une épidémie grave de choléra ne se développe que là où la maladie n'est pas endémique et en devient en quelque sorte le *critérium*.

» L'auteur expose les faits à l'appui de chacune de ces propositions.

» L'*immunité générale*, mais non absolue, des natifs dans les foyers endémiques de choléra est prouvée par les statistiques anglaises, publiées dans un tout autre but; tandis que la disposition des étrangers à contracter la maladie est en raison de leurs souffrances et de leur misère physiologique. Tel est le cas des pèlerins de la Mecque qui viennent de toutes les parties de l'Inde s'embarquer à Bombay.

» Cette loi, applicable au choléra, l'est également aux foyers permanents de *fièvre jaune*, dans lesquels les natifs échappent presque entièrement à la maladie, qui, au contraire, fait de nombreuses victimes parmi les étrangers non acclimatés et parmi les équipages des navires qui font escale dans les ports où existe l'endémie.

» De ces foyers de fièvre jaune, comme pour le choléra, la maladie peut se propager au loin sous forme d'épidémies graves. Les faits de ce genre abondent. Il est probable que la même loi est applicable aux foyers de *peste* qui ont leur siège en Perse.

» Dans nos pays, la *fièvre typhoïde* ou dothiénentérie semble se rat-

tacher à la même loi. A Paris, par exemple, où elle est endémique, les Parisiens natifs échappent généralement à la maladie, tandis que les étrangers en sont les principales victimes.

» Le second fait est mis hors de doute par des exemples tirés des épidémies qui ont régné dans le Hedjaz, où d'ailleurs le choléra n'est pas endémique, mais d'où, par les pèlerins, il peut se propager au dehors sous forme d'épidémies désastreuses.

» Quant au troisième fait, à l'*immunité temporaire* qui succède toujours à une épidémie de choléra dans une localité quelconque, il avait été entrevu par l'auteur dès la guerre de Crimée et il cite à ce sujet des exemples caractéristiques.

» En Europe, bien que cette immunité soit évidente, il est impossible d'en déterminer la durée. Dans les pays extra-européens, où les populations sont moins mobiles, dans l'Inde, par exemple, on peut, d'après les documents anglais, assigner à cette immunité une durée de six à dix ans, dans les parties de l'Inde où le choléra n'est point endémique.

» Comme conséquence de cette loi, on peut craindre que l'Europe, débarrassée entièrement du choléra depuis 1873, ne soit plus dès à présent protégée par l'immunité dont il est question; à plus forte raison l'Égypte, qui n'a pas eu le choléra depuis 1865, ne jouit-elle plus de ce privilège.

» D'où la nécessité de redoubler d'efforts pour éviter l'invasion de la maladie.

» Et cependant nous sommes peut-être à la veille de voir nos mesures préservatrices supprimées sous l'influence des intérêts commerciaux anglais, aujourd'hui prépotents en Égypte.

» Les considérations à l'appui des faits exposés dans le Mémoire peuvent être résumées dans les propositions suivantes :

» 1° Les ports de l'Inde où le choléra est *endémique* ne sont jamais le théâtre d'une grande épidémie.

» 2° Ce fait tient à l'*immunité* générale dont jouit la population *native* de ces ports.

» 3° Cette immunité n'existe pas dans les foyers endémiques pour les étrangers à la localité, qui sont dans les conditions d'aptitude à contracter le choléra. Tels sont en particulier les pèlerins musulmans qui viennent s'embarquer à Bombay pour se rendre à la Mecque.

» 4° Les épidémies de choléra qui se développent dans les régions de

l'Inde où la maladie n'est pas endémique proviennent des foyers d'endémie et sont favorisées par les pèlerinages hindous.

» 5° Les épidémies observées parmi les pèlerins de la Mecque ont pour point de départ les foyers endémiques de choléra.

» 6° Une épidémie grave de choléra confère au pays ou à la localité qui en a été le théâtre une *immunité* plus ou moins complète et plus ou moins durable, dont il est impossible de formuler *la loi* pour l'Europe, mais qui, dans l'Inde, paraît avoir une durée de plusieurs années.

» 7° Dans le Hedjaz et, en général, dans les régions peu peuplées de l'Arabie, le choléra n'a qu'une faible tendance à se propager parmi la population autochtone.

» 8° Le fait d'une grande épidémie de choléra dans un pays quelconque est une preuve que le choléra n'y est point endémique.

» 9° La plupart des propositions exposées plus haut sont applicables à la *fièvre jaune* et probablement aussi à la *peste*.

» 10° Tout porte à comprendre dans cette même catégorie la fièvre typhoïde, autrement dit la *dothiénentérie*.

» En somme, les faits nouvellement acquis à la Science se rapportent à des questions d'*immunité* et les éclairent par un côté jusqu'ici méconnu. L'étiologie et la prophylaxie du choléra en particulier peuvent y puiser des indications nouvelles.

» Ces règles, d'ailleurs, paraissent être l'expression d'une *loi qui embrasse toute une catégorie particulière de maladies pestilentielles, dues à un contage et laissant après elles une immunité plus ou moins durable.*

» Plusieurs de ces propositions pourront être contestées, mais, comme elles s'appuient sur des faits irrécusables, l'auteur a la ferme confiance que l'avenir les ratifiera. »

STATISTIQUE MÉDICALE. — *Contribution à l'étude de la fièvre typhoïde à Paris (période du* 19 *octobre* 1882 *au* 15 *mai* 1883). Mémoire de M. **de Pietra-Santa**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

« Le nombre total des décès typhiques a été, en 1882, de 3228, chiffre supérieur à celui des années précédentes.

» La population calculée de Paris étant aujourd'hui de 2 289 928 habi-

tants, et la mortalité générale de 1882, de 58 865 décès, il en résulte les proportions suivantes :

Pour 1000 habitants	26,10	décès généraux
Pour 100 décès généraux	5,50	décès typhiques
Pour 1000 habitants	1,40	»

» La proportion des décès typhiques suit, à Paris, depuis quinze ans, une progression ascensionnelle :

	Pour 100 décès généraux.
1865-67	1,90
1876	4,08
1881	4,60
1882	5,50

» Du 1er janvier au 15 mai 1883, on a enregistré 834 décès. Pour chacun des mois de janvier, février et mars, ces chiffres sont supérieurs aux moyennes mensuelles calculées pendant la période des huit dernières années.

» M. de Pietra-Santa démontre que la période de recrudescence de la fièvre typhoïde, dite exacerbation *automno-hivernale*, est d'ordinaire comprise entre les mois d'octobre et novembre d'une part, janvier et février de l'autre. C'est régulièrement pendant les mois de mai, juin et juillet que la maladie atteint le moins de personnes et occasionne le moins de victimes.

» L'étude de la mortalité typhique par arrondissements et par quartiers démontre à l'évidence la généralisation de la maladie, bien que sa gravité ne soit pas toujours égale aux diverses époques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur un appareil destiné à obtenir des températures basses pouvant être graduées à volonté.* Note de M. **P. Gibier**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Dans une série de recherches entreprises pour déterminer les effets du froid sur les matières virulentes, nous avons dû avoir recours aux moyens propres à obtenir des températures variant de 0° à — 50° et au-dessous.

» Si nous avions voulu nous servir des moyens dont dispose actuellement l'instrumentation physique, il nous aurait fallu employer un produit,

un mélange chimique variant avec chaque degré de froid cherché, ce qui est impraticable.

» Nous aurions pu employer les éthers et, au moyen d'une pompe, mue plus ou moins rapidement, produire un froid variable. Les essais que nous avons faits dans ce sens nous ont obligé à en rejeter l'emploi, en raison du prix relativement élevé des substances utilisées, de leur odeur, des dangers d'explosion et d'incendie, sans compter qu'il faut un moteur pour la pompe et que le froid ainsi obtenu, malgré toutes les précautions, n'est rien moins que régulier.

» La nécessité a donc été un aiguillon qui nous a fait rechercher un procédé capable de combler la lacune existant de ce fait dans l'instrumentation scientifique. Nous croyons avoir réussi, au moins depuis la température ambiante jusqu'à $-45°$.

» Nous avons imaginé un appareil à l'aide duquel nous avons pu faire, sur le principe des maladies contagieuses, un certain nombre d'observations intéressantes qui seront l'objet d'une prochaine Communication.

» Cet instrument, basé sur l'expérience de Faraday sur la liquéfaction du gaz ammoniac, se compose d'une chaudière contenant une solution ammoniacale et reliée à un condensateur par un serpentin compris entre l'enveloppe d'un réservoir à eau et le condensateur.

» La chaudière est entourée d'une cuve qu'on emplit d'eau pour refroidir son contenu, au moment du retour du gaz qui se dissout à nouveau dans l'eau pendant la production du froid. La même solution peut ainsi servir indéfiniment ou au moins fort longtemps.

» Le condensateur placé au dessus de la chaudière est entouré, ainsi que le serpentin, d'une bâche où l'on fait passer un courant d'eau froide pendant la distillation du gaz ammoniac.

» Cette disposition est absolument neuve; elle a pour effet de rendre l'appareil inamovible en même temps que portatif. Toute la manœuvre consiste à faire mouvoir un robinet.

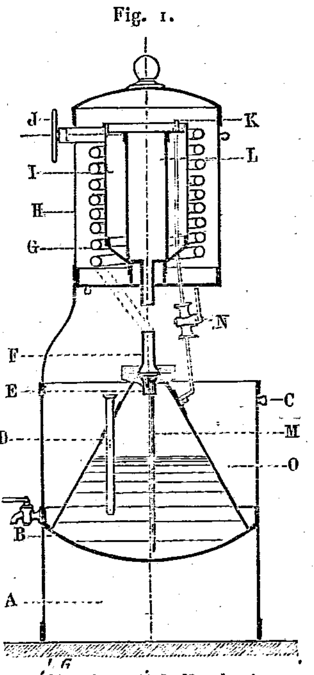
» Les figures ci-jointes et leurs légendes feront comprendre facilement le dispositif de l'appareil; nous insisterons seulement sur la partie du mécanisme qui préside à la graduation du froid.

» Le gaz liquéfié est enfermé dans le récipient supérieur. On peut l'y maintenir indéfiniment au moyen du robinet à volant et à cône, représenté en coupe de grandeur naturelle dans la *fig.* 2.

» Le cône, fermant hermétiquement l'orifice de communication du réfrigérateur, est mobile sur son axe (ce qui prévient les grippements) et

antéro-postérieurement pendant un espace de $0^m,008$. Un ressort spiroïde,

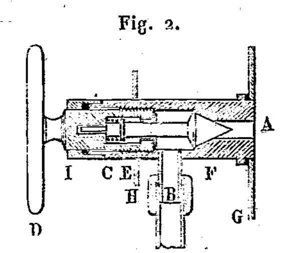
Fig. 1.



Élévation : Échelle de $\frac{1}{16}$.

A, foyer. — B, chaudière contenant la solution ammoniacale. — C, ouverture pour emplir ou siphonner la chaudière. — D, thermomètre. — E, jeu de soupapes. — F, tube reliant la chaudière au condensateur I. — G, serpentin. — H, bâche à eau froide. — I, condensateur. — J, volant du robinet. — K, purgeur d'air. — L, capacité où l'on produit le froid. — M, tube de retour de gaz. — N, tube restituant à la chaudière l'eau entraînée pendant la distillation dans le réfrigérateur; le robinet placé à la partie moyenne du tube doit rester fermé quand l'appareil est sous pression. — O, bâche destinée à recevoir l'eau qui refroidit la chaudière à la fin de la liquéfaction du gaz.

Fig. 2.



Robinet automatique : Échelle de $\frac{1}{4}$.

Robinet automatique servant à graduer le froid. — A, ouverture du réfrigérateur. — B, orifice du serpentin allant à la chaudière. — C, ressort spiroïde pouvant être tendu de 0^{kg} à 2^{kg}. Ce ressort pouvant être plus ou moins tendu laisse échapper le gaz plus ou moins rapidement, d'où la graduation du froid. Quand le gaz est à une tension donnée, le ressort est tendu avec la vis E de façon à faire équilibre au gaz. Si ce dernier se dégage trop rapidement il se refroidit, perd de sa tension et ne peut plus lutter contre la pression du cône obturateur F, poussé par le ressort C. Le gaz ne se dégageant plus, l'échauffement se produit, la tension augmente et la résistance de C est vaincue et ainsi de suite. — G, paroi du réfrigérateur. — H, paroi de la bâche supérieure. — I, presse-étoupe. — D, volant.

placé autour de la tige du cône obturateur (*fig.* 2), repousse le cône

contre l'orifice avec une force susceptible d'être augmentée ou diminuée au moyen de la vis mise en mouvement par le volant.

» Cette disposition, comme le prouve l'expérience, permet d'obtenir à volonté tel degré de froid que l'on désire jusqu'à — 45° pendant un temps proportionnel à la quantité de gaz que contient l'appareil. On pourrait appliquer le même principe aux appareils continus.

» La graduation du froid s'obtient en ouvrant plus ou moins le robinet, ce qui permet à l'évaporation de se faire plus ou moins rapide.

» De plus la température reste fixe, quand l'opérateur a réglé le robinet (ce qui s'obtient après quelques tâtonnements) par l'intermédiaire du ressort spiroïde tendant à appliquer le cône sur son ouverture.

» A un moment donné, une lutte s'établit entre le ressort et la tension du gaz, lutte qui est à l'avantage du gaz quand il s'échauffe, parce que sa tension augmente avec sa température, mais où le ressort reprend bientôt le dessus par suite du refroidissement du gaz causé par son évaporation plus rapide. En d'autres termes, la température du réfrigérant étant à — 10° par exemple, le ressort est tendu, au moyen de la vis, de façon à faire équilibre à la pression du gaz et à ne permettre l'issue à celui-ci qu'avec la rapidité nécessaire. Si le dégagement se fait un peu trop lentement, le gaz s'échauffe, sa tension augmente et il surmonte plus facilement la pression du cône poussé par le ressort spiroïde. Cependant il ne peut continuer à se vaporiser avec plus de rapidité, car alors sa température baisse, sa tension diminue et le ressort, ne trouvant plus qu'une résistance inférieure à son élasticité, maintient le cône appliqué sur l'orifice de sortie du gaz. Et ainsi de suite.

» Pendant la distillation du gaz, il y a toujours une petite quantité de vapeur d'eau entraînée dans le condensateur; au moyen d'un tube muni d'un robinet ordinaire qu'on ouvre après épuisement du gaz liquéfié, l'eau entraînée est restituée à la chaudière (*fig.* 1).

» En ajoutant un robinet spécial au récipient contenant le gaz liquéfié, on peut recueillir l'ammoniaque liquide et obtenir un froid de — 70° à — 80° dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique.

» Après une seule séance de chauffage on peut obtenir du froid à plusieurs reprises, le robinet permettant d'arrêter l'évaporation du gaz au gré de l'opérateur.

» Nous devons, avant de terminer, adresser tous nos remercîments à M. Abel Pifre, ingénieur à Paris, pour l'habileté dont il a fait preuve dans l'exécution de l'instrument qui vient d'être décrit.

» L'appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie nous a rendu de précieux services dans nos recherches sur les maladies infectieuses. Nous espérons qu'il pourra être utile pour les recherches de Physiologie, de Chimie, de Physique, etc. C'est cet espoir qui nous engage à n'en pas garder plus longtemps le secret. »

CHIMIE. — *Sur les sous-sulfures de phosphore.* Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

(Commissaires : MM. Fremy, Debray.)

« Berzélius et, plus tard, Dupré ont préparé et étudié des sulfures de phosphore qui correspondraient aux formules Ph S et Ph^2S. Ces sulfures inférieurs se formeraient par la fusion des deux éléments au-dessous de 100°, ou, comme l'a indiqué Dupré, au contact du pétrole. Ces corps liquides, légèrement jaunâtres, chauffés avec du carbonate de soude solide, ou des sulfures de zinc et de manganèse, se transformeraient avec explosion en un sulfure solide rouge, isomère du sulfure liquide et le reproduisant à la distillation.

» J'ai répété ces expériences et j'ai pu reconnaître l'exactitude des faits indiqués; seulement leur interprétation doit être complètement modifiée par suite des nouvelles données que j'ai obtenues.

» Lorsqu'on fond le soufre avec du phosphore, même à 100°, le liquide qu'on obtient n'est pas une combinaison, mais une simple dissolution de soufre dans le phosphore, la présence du soufre abaissant le point de solidification du phosphore, de même qu'un sel dissous dans l'eau retarde la congélation de l'eau. Et, en effet, ce liquide chauffé au voisinage de 100°, dans un courant de gaz acide carbonique, abandonne des vapeurs de phosphore. En élevant la température vers 130°, la combinaison a lieu brusquement avec un abondant dégagement de chaleur qui vaporise une partie du phosphore et projette hors de la cornue un fort jet de flamme. La présence d'un excès de phosphore, qui reste évidemment non combiné, produit le même effet que l'addition du sable dans mes expériences précédentes.

» J'avais pensé pouvoir, par la distillation, séparer l'excès de phosphore du produit de la combinaison; en continuant à chauffer, le phosphore entre en ébullition, puis la matière devient rougeâtre, et subitement deux explosions successives se produisent, projetant la matière dans la cornue,

et la plus grande partie de la matière est transformée ainsi en un corps solide, rouge, compact, sans qu'il ait été nécessaire d'y ajouter une substance étrangère, comme dans les expériences de Berzélius.

» Des lavages au sulfure de carbone, après refroidissement, enlèvent du phosphore ordinaire et du sesquisulfure, qui se dissout moins rapidement et est retenu par la matière rouge. Soumise à l'action de la chaleur, dans un courant d'acide carbonique, cette substance rouge distille difficilement, à la température de ramollissement du verre, en prenant une teinte foncée et donnant un liquide légèrement jaune, qui ne se solidifie pas par le refroidissement.

» On peut produire cette même substance rouge sans avoir d'explosion au moment de la combinaison, en chauffant du phosphore ordinaire avec du sesquisulfure de phosphore. L'analyse de ce corps montre qu'il ne renferme qu'une faible proportion de soufre, et cet élément est en quantité d'autant moindre que les lavages au sulfure de carbone ont été plus répétés et que la matière est mieux divisée; j'ai trouvé de $6^{éq}$ à $18^{éq}$ de phosphore pour 1 de soufre.

» Cette substance, d'un beau rouge vermillon, se fonçant par la chaleur et donnant péniblement à la distillation un prétendu sous-sulfure de phosphore, est donc formée de phosphore rouge qui retient plus ou moins de sesquisulfure; ce dernier corps agit sur le phosphore pour le transformer en sa variété rouge, comme le fait l'iodure de phosphore, dans la préparation du phosphore rouge de Brodie.

» Un fait curieux restait à expliquer : l'état liquide du mélange de phosphore ordinaire avec un peu du sulfure Ph^2S^3. Or non seulement, en fondant du phosphore avec un peu de sesquisulfure, le mélange reste liquide à la température ordinaire, mais encore il suffit de laisser tomber sur un bâton de phosphore, sans chauffer, des fragments de sesquisulfure pour voir la fusion des deux corps se produire peu à peu au point de contact, exactement comme si, à une température inférieure à zéro, on avait mis un morceau de sel marin en contact avec de la glace; 1^{gr} de sulfure Ph^2S^3 liquéfie ainsi plus de 5^{gr} ou 7^{gr} de phosphore, et cette dissolution chauffée distille partiellement, puis reproduit brusquement l'un des sous-sulfures rouges de Berzélius.

» Cette action du phosphore sur le sesquisulfure de M. Lemoine explique bien comment la présence d'une trace de phosphore ordinaire en excès abaisse de 167° à 142° la température de fusion du sesquisulfure, comme je l'indiquais dans une Note précédente.

» Ces expériences difficiles et souvent dangereuses, à cause des explosions et de l'extrême inflammabilité du phosphore très divisé ou liquide, me permettent de dire que le sulfure le plus riche en phosphore est celui qui a pour composition Ph^2S^3; déjà M. Lemoine avait constaté le même fait pour les combinaisons qu'il avait préparées en partant du phosphore rouge : non seulement les deux sous-sulfures Ph^2S et PhS n'ont pas deux états isomériques qui correspondraient au phosphore ordinaire et au phosphore rouge, mais ils n'existent ni l'un ni l'autre et doivent disparaître de la liste des composés du phosphore. A l'état liquide, ce sont des dissolutions de soufre ou de sulfure Ph^2S^3 dans le phosphore; à l'état solide, des mélanges en proportions variables de phosphore rouge et de sesquisulfure.

» Deux faits nouveaux résultent aussi de cette étude : 1° le phosphore est un dissolvant du soufre et de sulfure de phosphore Ph^2S^3 qui reste liquide même au-dessous de son point de fusion; 2° le phosphore ordinaire se change rapidement en phosphore rouge quand il est chauffé en présence d'une petite quantité de sesquisulfure de phosphore. »

CHIMIE. — *Sur le sesquisulfure de phosphore*. Note de M. G. **Lemoine**

(Commissaires : MM. Fremy, Debray.)

« M. Isambert a donné dans les *Comptes rendus* du 21 mai 1883 le résultat de ses recherches sur le sesquisulfure de phosphore. Je demande la permission de rappeler que j'avais moi-même publié en 1865 la plupart des expériences récemment décrites. Ce fait aura échappé à M. Isambert parce que les compléments apportés à ma Note de 1864 (*Comptes rendus,* 16 mai 1864) ont été insérés seulement dans les *Thèses de doctorat de la Faculté des Sciences de Paris* (15 juin 1865). C'est à ce recueil imprimé que sont empruntées les citations suivantes.

» I. La *densité de vapeur* du sesquisulfure de phosphore avait été déterminée dans le laboratoire de l'Ecole Normale, sous la direction et avec les bienveillants conseils de H. Sainte-Claire Deville, de M. Debray et de M. Troost.

» Deux déterminations faites dans la vapeur de soufre, à 440°, ont donné (suit le détail des nombres) :

I.	II.
8,13	8,17

» Trois déterminations ont été faites dans la vapeur de cadmium à 860°, la première et la deuxième sur des cristaux soumis à une seule distillation, la troisième sur des cristaux soumis à trois distillations successives. Les résultats ont été (suit le détail des nombres) :

I.	II.	III.
8,12	7,40 (?)	8,12

» Ces expériences montrent que la densité de vapeur du nouveau composé, qui déjà à 440°, malgré la proximité du point d'ébullition, est peu éloignée du nombre théorique (7,61) correspondant à 2^{vol}, ne s'en éloigne pas davantage à 860° (¹).

» Ces déterminations ont été confirmées en 1879 par celles de M. Ramme [avec du sesquisulfure obtenu au moyen d'un tétrasulfure PhS^4 (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 940 et 1350)]. Elles le sont aujourd'hui par celles de M. Isambert, qui, à 440°, avec le procédé de M. Meier, trouve 7,90.

» II. La *production en partant du phosphore ordinaire* avait été réalisée en chauffant au delà de 100° le sulfure liquide Ph^2S, obtenu à froid avec le phosphore ordinaire et le soufre. J'enlevais l'excès de phosphore ordinaire, soit en le transformant en phosphore rouge, soit en le volatilisant.

« Deux expériences ont été successivement tentées sans succès avec le protosulfure liquide PhS; au-dessus de 100°, il se produit en effet une explosion des plus dangereuses. Cette explosion a lieu lorsque la température marquée par un thermomètre plongeant dans le liquide sur lequel on opère est à très peu près de 120°; avant d'y atteindre, elle monte de plus en plus lentement.

» En présence de la difficulté qui se présentait ainsi pour le sulfure PhS, j'ai cherché à faire l'expérience analogue pour le sous-sulfure Ph^2S. Si, comme je le prévoyais, ces sulfures se transforment au-dessus de 100° en sesquisulfure Ph^2S^3, il était évident en effet que l'excès de phosphore, se trouvant en plus grande quantité, absorberait une plus forte proportion de la chaleur dégagée : jouan tle rôle de corps inerte, il pouvait empêcher l'explosion. Cette prévision s'est heureusement confirmée. En chauffant le sous-sulfure Ph^2S au-dessus de 100°, il se produit une vive reaction, manifestée par un dégagement de lumière et une violente projection, mais il n'y a généralement pas explosion. L'expérience doit être faite avec précaution : je n'y opère généralement que sur 2^{gr} de soufre au plus.... Si, après la réaction, on laisse refroidir lentement l'appareil, on obtient un produit liquide qui paraît iden-

(¹) M. Troost a montré récemment (*Comptes rendus*, 1er semestre 1880, p. 773) que la température d'ébullition du cadmium est 815° au lieu d'être 860° comme nous l'admettions en 1865. Il en résulte pour les densités observées des nombres beaucoup plus rapprochés des nombres théoriques, savoir :

I.	II.	III.
7,80	7,10 (?)	7,80

tique au sulfure primitif. Si, au contraire, on porte la température pendant plusieurs heures vers 260°, on obtient une masse solide d'un rouge vif...

» Ces résultats singuliers s'expliquent parfaitement si l'on admet qu'au-dessus de 100° le sous-sulfure Ph^2S se change en sesquisulfure Ph^2S^3 : l'excès de phosphore ordinaire mis lors en liberté se transforme en phosphore rouge si l'on chauffe avers 260°; si, au contraire, on laisse immédiatement refroidir, il réagit sur le sesquisulfure, ainsi qu'on l'a vu plus haut, et reproduit alors le liquide primitif.

» Pour démontrer l'explication précédente, il fallait nécessairement isoler le sesquisulfure d'avec le phosphore en excès produit par la réaction, mais cette séparation devait être effectuée sans repasser par une température inférieure à 100°, puisque alors la transformation inverse se serait produite...

» 1° En chauffant suffisamment longtemps (quinze heures), vers 260°, l'appareil où a lieu l'expérience, le phosphore en excès passe à l'état de phosphore rouge.... La partie soluble dans le sulfure de carbone a donné 42,9 pour 100 de soufre et 56,5 pour 100 de phosphore. La formule Ph^2S^3 exige 43,6 et 56,4.

2° La séparation peut également s'effectuer en chauffant le produit de la réaction dans un courant d'hydrogène sec, assez fortement pour volatiliser le phosphore jaune en excès.... La partie soluble, qui retient souvent un peu de phosphore ordinaire, a donné 42,5 pour 100 de soufre.

» Les analyses que je viens de citer établissent nettement la production du sesquisulfure en partant du phosphore ordinaire : cette production s'effectue seulement par voie indirecte et en deux temps; il faut, pour y arriver, passer par l'intermédiaire du sulfure liquide Ph^2S qui éprouve au-dessus de 100° une véritable décomposition, au lieu de distiller en entier inaltéré, comme l'avait annoncé Berzélius. »

» Cette même production du sesquisulfure au moyen du phosphore ordinaire vient d'être réalisée par M. Isambert en ajoutant du sable comme matière inerte.

» On remarquera que l'une des difficultés de ces expériences vient de ce que le sesquisulfure, mis en contact, même à froid, avec le phosphore ordinaire, reproduit un sulfure liquide, tel que Ph^2S. Cette action curieuse paraît s'accomplir sans changement bien notable de température.

» III. *Etat allotropique du phosphore dans ses sulfures.* — Dans ma thèse de 1865, j'insistais sur ce point essentiel, qui n'a pas été démenti depuis, que les sulfures inférieurs liquides Ph^2S ou PhS n'ont pu être produits dans aucun cas avec le phosphore rouge. Ils sont bien cependant des combinaisons chimiques [1]; ils se forment, il est vrai, sans élévation de température

---

[1] Ce point a été contesté par M. Ramme et par M. Schultze. Je discute cette question en détail dans une monographie du phosphore qui va paraître dans l'*Encyclopédie chimique* dirigée par M. Fremy. Je ferai seulement remarquer ici que le phosphore ordinaire et le soufre se liquéfient mutuellement à froid dès la température de 16°.

notable, mais cela veut dire simplement que le changement d'état physique correspondant à la fusion du phosphore et du soufre compense à peu près la quantité de chaleur représentant le changement d'état chimique. Il me semble donc nécessaire encore aujourd'hui d'admettre que le phosphore ordinaire existe, sans avoir perdu son individualité d'état allotropique spécial, dans ces sulfures inférieurs liquides.

» Quant aux sulfures solides Ph^2S^3, PhS^3, PhS^5, il me semble naturel d'admettre que le phosphore y est à l'état allotropique insoluble, produit à partir du phosphore ordinaire avec dégagement de chaleur : en effet, en employant le phosphore ordinaire, ces sulfures ne se produisent eux-mêmes qu'avec un formidable dégagement de chaleur, dont une partie peut être considérée comme représentant la transformation du phosphore ordinaire en phosphore rouge. M. Isambert oppose à cette manière de voir des déterminations thermiques qui ne me semblent pas suffisamment concluantes. D'ailleurs, il suppose qu'à la température où se fait la réaction (180° d'après lui) « la tension de transformation du phosphore rouge doit être assez élevée », pour que ce soit le phosphore ordinaire qui toujours se combine au soufre : or, en fait, vers 160° ou 180°, cette tension de transformation est absolument insignifiante, et, si elle existe, elle ne se produirait qu'au bout d'un temps excessivement long ».

NAVIGATION. — *Sur le loch à moulinet. Réponse à la récente Communication de M.* Le Goarant de Tromelin. Note de M. **Fleuriais.**

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, Mouchez.)

« J'ai lu, dans le numéro du 14 mai des *Comptes rendus*, une Note de M. Le Goarant de Tromelin relative à un loch actuellement en usage à bord des bâtiments de la flotte. Je m'associe avec plaisir et empressement aux conclusions fixées par les *trois dernières lignes* de la Note dont il s'agit.

» Mais les considérations émises par M. de Tromelin, et plus particulièrement la phrase : « Ce loch qui, en résumé, est un simple commutateur qui » tourne dans la mer » tendant à déplacer entièrement le point de vue auquel je me suis placé, je me crois autorisé à formuler quelques observations, d'autant plus que [1] je ne reconnais pas avoir écrit la phrase : « C'est en effet

[1] Voir *Revue maritime*, novembre 1879, p. 471

» dans ce point que réside l'invention ». La recherche d'un appareil, capable de donner à tout instant la vitesse d'un navire, ne constitue pas un problème nouveau.

» Je ne crois pas exagérer en disant que le chiffre des tentatives faites pour substituer au loch traditionnel dit *à bateau* un engin plus en rapport avec les vitesses actuelles s'élève à 30 ou 40.

» Les recherches personnelles que j'ai faites sur cette intéressante question n'avaient et ne pouvaient avoir logiquement pour objectif principal un mode spécial d'enregistrement. Certes, ce côté du problème est intéressant, mais il n'est que secondaire et ne peut, dans tous les cas, prétendre au rang de « principe fondamental » ([1]).

» Ce que j'ai proposé, avec une certaine insistance, est la substitution d'un moulinet à l'hélice, base commune de beaucoup d'essais.

» Aussi la Brochure publiée à l'issue des expériences de la *Magicienne*, c'est-à-dire à une époque où cependant les travaux de M. de Tromelin étaient encore inconnus au nombreux état-major de la frégate, a-t-elle reçu le simple titre de *Note sur un loch à moulinet. Extension du principe de l'anémomètre Robinson*.

» Quant à la qualification d'*électrique*, elle n'a paru ni à moi tout d'abord, ni plus tard au département de la Marine, suffisamment distinctive pour être employée.

» Le seul point sur lequel je me suis permis d'attirer l'attention de plusieurs Membres de l'Académie, en particulier de M. Yvon Villarceau, a été et est encore la supériorité incontestable d'un moulinet sur l'hélice pour l'évaluation *pratique* de la vitesse d'un courant d'eau.

» Un moulinet, c'est-à-dire un instrument rappelant par sa forme et son mode d'action l'anémomètre Robinson, peut être construit très grossièrement. La déformation accidentelle des hémisphères n'altère que très peu le coefficient.

» L'énergie considérable du pouvoir moteur rend sans influence les petites variations des résistances passives. Enfin l'axe de rotation, perpendiculaire à la remorque, ne fait éprouver à cette dernière aucun effet de torsion.

» Une hélice, au contraire, change de pas pour une déformation à peine visible des ailes; les surfaces frappées par les filets d'eau étant obliques, une variation faible des frottements entraîne un changement

([1]) Voir *Revue maritime*, novembre 1879, p. 467.

notable du coefficient. Enfin la remorque subit des effets de torsion dont les inconvénients sont d'autant plus sensibles que la mer est grosse.

» C'est ce parallèle qui a motivé l'adoption de l'instrument proposé et qui même a fait dire à M. l'amiral Serre que l'emploi d'un moulinet convenablement étalonné pouvait être supérieur à celui des bases mesurées pour les expériences de recette des navires à vapeur.

» Pour ce qui concerne le comptage du nombre de tours, certes j'ai employé l'électricité ; mais, puisque l'occasion s'en présente, qu'il me soit permis de dire que ce n'est qu'à regret et parce que je n'ai pas trouvé mieux (*voir* p. 467, l. 29).

» En marine, l'emploi de l'électricité conduit à de fréquents mécomptes, surtout sur les bâtiments dont le personnel ne comprend pas la catégorie spéciale dite des Torpilleurs. Or un loch s'adresse aussi bien aux paquebots, aux navires de commerce, qu'aux bâtiments de guerre.

» Ma conviction est donc que le *desideratum* ne sera atteint que lorsque la transmission des indications d'un mesureur quelconque se fera mécaniquement. Cette conviction est d'ailleurs partagée et j'ajouterai qu'un officier de marine, M. Ratomski, entreprend actuellement, dans ce sens, quelques expériences dont il serait aujourd'hui prématuré d'indiquer la nature. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur le soufflage du verre par l'air comprimé mécaniquement*. Note de MM. **Appert**. (Extrait.)

(Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie un nouveau procédé de soufflage du verre, basé sur l'emploi de l'air comprimé mécaniquement et emmagasiné sous pression.

» L'installation de ce procédé a été faite dans notre usine de Clichy au mois de septembre 1879, et généralisée d'une façon complète depuis dix-huit mois. Il nous a été permis de supprimer l'ancien procédé de soufflage à la bouche, le seul usité jusqu'à ce jour dans les verreries.

» Un petit appareil a été inventé en 1824 par un ouvrier de Baccarat pour suppléer à l'insuffisance du procédé ordinaire : il est connu sous le nom de *piston Robinet* et rend de véritables services, mais la petite quantité d'air qu'il peut comprimer n'en rend l'emploi possible que pour de petites pièces.

» Notre but a été de remédier à la fatigue extrême et aux inconvénients graves qu'amène pour les ouvriers verriers le procédé ordinaire et de leur permettre de faire les travaux jusqu'ici les plus pénibles sans autre effort que celui qu'exige le poids même de la matière mise en œuvre.

» Les ouvriers verriers sont susceptibles de contracter certaines affections spéciales inhérentes au soufflage par expiration pulmonaire, telles que maladies des lèvres et des joues, prédispositions à l'emphysème et à la hernie. Ces affections peuvent avoir d'autant plus de gravité que le soufflage est produit, très souvent, par de jeunes enfants et à l'âge de leur développement.

» La température élevée et le défaut de saturation de l'atmosphère dans laquelle ils ont à se mouvoir ne font qu'ajouter à ces mauvaises conditions hygiéniques.

» Nous supprimons, par notre procédé, d'une façon absolue, le soufflage par la bouche des enfants et, à de très rares exceptions près, celui produit par les adultes.

» Cela nous a permis, au point de vue industriel, d'améliorer la fabrication verrière, tant par la rapidité d'exécution que par la perfection et les grandes dimensions des pièces produites d'une façon courante.

» Nous avons dû, pour rendre l'emploi du procédé pratique, étudier : 1° les moyens de compression, d'emmagasinement et de distribution de l'air; 2° les appareils propres à l'utiliser dans la main des ouvriers.

» Nous allons les décrire brièvement :

» *Compression.* — L'air comprimé par deux compresseurs conjugués mis en action par le moteur de l'usine est emmagasiné dans des réservoirs de dimensions suffisantes et à une pression assez élevée pour suffire à un travail de douze heures. Il est distribué aux appareils de soufflage par l'intermédiaire d'un régulateur de pression et d'une canalisation sur laquelle sont branchées des bouches de prise analogues aux bouches de prise d'eau.

» La pression de l'air dans la canalisation doit satisfaire aux conditions suivantes : 1° elle doit être supérieure, ou au moins égale à la plus grande pression reconnue nécessaire à un moment donné pour un genre de travail déterminé; 2° elle doit être constante, l'ouvrier devant pouvoir la diminuer à volonté par ses appareils de soufflage.

» Pour notre genre de fabrication, très variée, nous utilisons l'air sous trois pressions : une de 3^{kg} par centimètre carré, qui est la pression des accumulateurs; une de 1^{kg} par centimètre carré; une de 200^{gr} par centimètre carré : cette dernière est la pression suffisante pour toute la fabrication ordinaire de la gobeleterie, verre à vitres, éclairage, bouteilles, etc.

» *Appareils de soufflage.* — La difficulté de l'application des appareils de soufflage à la canne du verrier réside dans le mouvement de rotation incessant que ce dernier doit lui imprimer pour conserver le morceau de verre en travail dans un axe sensiblement le même que celui de la canne qui le supporte.

» Nos appareils de soufflage sont basés sur l'emploi : 1° d'une buse de soufflage dans laquelle l'ouvrier, en y poussant l'extrémité froide de la canne, produit un joint hermétique. Elle fait dès ce moment corps avec elle et en suit les mouvements; 2° d'un robinet à fermeture automatique que l'ouvrier actionne, soit avec la main, soit avec le pied, par l'intermédiaire de leviers produisant la détente qu'il juge nécessaire.

» Nous avons combiné trois types de ces appareils : soit que l'ouvrier travaille le verre en le tournant suivant un axe horizontal; soit qu'il le tourne suivant un axe vertical, le verre étant en dessous de la canne; soit qu'il le tourne suivant un axe vertical, le verre étant au-dessus de la canne.

» Nous avons cherché en même temps à modifier aussi peu que possible les habitudes des ouvriers. Ils acquièrent celle de la manœuvre de ces appareils très rapidement et ils apprécient eux-mêmes le soulagement qu'ils leur procurent.

» Au point de vue économique, il est avantageux pour l'industriel, auquel il permet de supprimer un ou deux enfants sur une place où il y en a cinq ordinairement. Ces enfants n'exécutent absolument qu'un travail de soufflage extrêmement pénible et nullement utile pour leur éducation professionnelle; il n'y a donc aucun inconvénient à les supprimer.

» Les résultats favorables que nous avons obtenus, tant au point de vue humanitaire qu'au point de vue professionnel, nous font penser qu'il est appelé à se généraliser chez les industriels soucieux de la santé de leurs ouvriers et de leur intérêt bien entendu. »

L'Académie reçoit, pour les divers Concours dont le terme expire le 1er juin 1883, outre les Ouvrages imprimés, mentionnés plus loin au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires suivants :

CONCOURS BORDIN (Sciences physiques).

(Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs, etc.)

ANONYME. — Mémoire portant pour épigraphe : « Hoc opus, hic labor est ».

M. **Costantin** : « Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des dicotylédones ». — « Étude comparée des tiges aquatiques aériennes et souterraines ».

CONCOURS MONTYON (Médecine et Chirurgie).

M. **Réal** : « Traitement de l'érysipèle dit *spontané*, etc. ».

CONCOURS MOROGUES.

M. **Duroselle**. Mémoire intitulé : « La fortune par l'Agriculture ».

CONCOURS PONCELET.

M. P. **Berthot**. Mémoire intitulé : « Sur les forces inhérentes à la matière ».

CONCOURS BARBIER.

M. L. **Jolly** : « Recherches sur le rôle des phosphates chez les êtres vivants, animaux et végétaux ».

CONCOURS DESMAZIÈRES.

MM. G. **Bonnier** et L. **Mangin** : « Recherches sur les Champignons ».

CONCOURS BRÉANT.

Anonyme. Mémoire portant pour épigraphe : « Tout par l'observation ».

CONCOURS LACAZE (Physiologie).

Mémoire de M. A. **Thémont**.

CONCOURS PENAUD.

Mémoires de MM. **F.-W.-Brearey**, **D. St. Brown**, **E. Come**, **C. Domeck**, **G. Gizni**, **A. Guegnot**, **P. Guzmann**, **Marchand**, **E. Parent**, **A. Piffer**, **W. Quatermain**, **R. Tessier**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du Comité annonéen du centenaire Montgolfier** fait savoir que la date des fêtes d'inauguration de la statue des frères Montgolfier a été fixée au 29 juillet prochain, et invite l'Académie des Sciences à s'y faire représenter.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure portant pour titre : « Intorno alla vita del comm. Alessandro Cialdi; Lettera dell'ingegnere Cav. *Camillo Ravioli* al Cav. Enrico Narducci.

2° Un Ouvrage de M. *E. Ossian Bonnet* intitulé : « Molestias veneras, modo de impedir a propagaçâo. » (Présenté par M. Gosselin.)

3° Une brochure de M. *R. Zeiller* sur « la flore fossile des couches de charbon du Ton-king ». (Présentée par M. Daubrée.)

Le charbon de cette région de l'Asie n'appartient pas au terrain carbonifère, mais à l'étage de l'infra-lias. Une comparaison entre les flores européennes d'une part, indienne et australienne d'autre part, peut donner lieu à des considérations générales très dignes d'intérêt.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks-Swift* (*a*, 1883), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**, communiquées par M. Mouchez.

Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ●* — ★.	Déclinaison ●* — ★.
				m s	′ ″
Mars 8	*a*	1464 Weisse$_2$ 0^h	7	+0. 9,03	+ 1.44,4
9	*b*	109 Weisse$_2$ 1^h	9	+0.41,79	— 2.34,4
12	*c*	802-803 Weisse$_2$ 1^h	8	—1.56,28	+ 1.59,6
13	*d*	890 Weisse$_2$ 1^h	9,5	+2. 7,65	+ 1.56,4
16	*e*	158 Weisse$_2$ 2^h	7	—3.15,40	— 5.17,2
17	*f*	231 »	7	+1.43,21	— 3. 7,4
17	*g*	Anonyme	9,5	—2. 0,16	+ 2.18,5
21	*h*	913 Weisse$_2$ 2^h	8,5	»	— 4.59,3
22	*i*	BD 459 + 25°	9	—2.17,00	— 8. 5,1
22	*j*	» 463 »	9,5	—2.31,49	— 1.16,6
23	*k*	» 470 »	9	+0.57,28	+ 3. 8,8
24	*l*	» 433 + 24°	9	—1.20,17	— 2.45,6
26	*m*	161 Weisse$_2$ 3^h	9	—0. 6,36	— 3. 4,5
27	*n*	250-251 Weisse$_2$ 3^h	7	+0.58,91	+ 5.27,3
Avril 2	*o*	BD 631 + 20°	9	+2.11,12	— 1.26,8
2	*p*	» 639 »	9,5	+0. 6,23	— 2.41,6
3	*q*	Anonyme	9	+0.20,32	+ 4.28,5
4	*r*	BD 626 + 19°	9,5	+0.17,21	— 0.57,0
5	*s*	» 568 + 18°	9,5	+1.27,67	+ 0.23,4
6	*t*	» 583 »	9	—3.20,75	+ 2.29,7

Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ − ✶.	Déclinaison ☄ − ✶.
				m s	′ ″
Avril 6........	u	Anonyme	»	−0.12,69	+ 3. 6,8
7.........	v	BD 684 + 17°	9,5	+0. 9,29	+ 5. 5,5
8.........	w	65 Weisse$_2$ 4^h	8,5	−0. 8,96	+ 7.39,4
9.........	x	BD 704 + 17°	9,5	−1.53,16	+ 6.51,0
11.........	y	317 Weise$_2$ 4^h	8	−0.36,33	+ 1.20,6
12	z	BD 623 + 15°	9,5	−0. 1,24	+11.29,3

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 8....	a	0.59.38,50	+0,38	+31.33.19,2	+ 4,8	Leide IV, n° 76, zone 132
9....	b	1. 8. 5,70	+0,41	+31.24. 0,7	+ 4,6	» 81 »
12....	c	1.36.10,33	+0,51	+30.26.11,3	+ 3,9	» 80, zone 128
13....	d	1.40.15,88	+0,51	+30. 4.23,0	+ 3,6	» 85 »
16....	e	2. 8.51,62	+0,61	+28.57.19,9	+ 2,7	Weisse$_2$
17....	f	2.11. 9,87	+0,61	+28.27.56,2	+ 2,5	»
17....	g	2.14.53,23	+0,62	+28.22.30,4	+ 2,4	Comparée à 231 W$_2$ 2^h
21....	h	2.39.31,51	+0,68	+26.33.44,4	+ 1,2	Weisse$_2$
22....	i	2.48.26,9	+0,70	+26. 3.34	+ 0,7	B.D.
22....	j	2.48.47,11	+0,70	+25.57.40,4	+ 0,7	Bonn., t. VI
23....	k	2.51. 0,5	+0,70	+25.24.24	+ 0,4	B.D.
24....	l	2.59.13,54	+0,72	+24.58.34,2	+ 0,1	Bonn., t. VI
26....	m	3. 9.14,91	+0,73	+23.55.52,2	− 0,6	Weisse$_2$
27....	n	3.13.29,72	+0,73	+23.15.58,6	− 0,9	»
Avril 2....	o	3.40.11,6	+0,75	+20.25.23	− 2,7	B.D.
2....	p	3.42.19,6	+0,76	+20.26.31	− 2,8	»
3....	q	3.45.56,0	+0,75	+19.50.56	− 3,1	Position approchée
4....	r	3.50.15,4	+0,76	+19.29. 9	− 3,3	B.D.
5....	s	3.53. 0,8	+0,75	+19. 0.39	− 3,6	»
6....	t	4. 1.45,0	+0,77	+18.29.33	− 4,0	»
6....	u	3.58.40,0	+0,77	+18.28.26	− 3,9	Position approchée
7....	v	4. 1.57,2	+0,76	+18. 0.38	− 4,2	B.D.
8....	w	4. 5.54,60	+0,76	+17.31.55,2	− 4,5	Weisse$_2$
9....	x	4.11.37,1	+0,76	+17. 7.53	− 4,8	B.D.
11....	y	4.16.45,52	+0,76	+16.21.15,5	− 5,2	Weisse$_2$
12....	z	4.19.24,7	+0,75	+15.44.48	− 5,5	B.D.

Positions apparentes de la Comète.

Dates 1883.		Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
		h m s	h m s		° ′ ″		
Mars	8.....	8.47.24	0.59.47,91	$\bar{1}$,648	+31.35. 8,4	0,802	20:12
	9....	8.51.9	1. 8.47,90	$\bar{1}$,648	+31.21.30,9	0,802	18:18
	12.....	7.53.57	1.34.14,56	$\bar{1}$,653	+30.28.14,8	0,737	15:30
	13.....	7.49.8	1.42.24,04	$\bar{1}$,649	+30. 6.23,0	0,730	15:30
	16.....	7.32.33	2. 5.36,83	$\bar{1}$,634	+28.52. 5,4	0,709	15:30
	17.....	7.33.52	2.12.53,69	$\bar{1}$,631	+28.24.51,3	0,710	15:30
	17.....	7.33.52	2.12.53,69	$\bar{1}$,631	+28.24.51,3	0,710	15:30
	21....	7.17.55	»	»	+26.28.46,3	0,697	0:6
	22.....	8.27.3	2.46.10,6	$\bar{1}$,635	+25.55.30	0,760	6:4
	22.....	8.49.39	2.46.16,32	$\bar{1}$,636	+25.56.24,5	0,778	18:12
	23.....	7.43.50	2.51.58,5	$\bar{1}$,617	+25.27.33	0,724	18:18
	24.....	8.22.41	2.57.54,09	$\bar{1}$,629	+24.55.48,7	0,757	18:12
	26.....	9.37.27	3. 9. 9,28	$\bar{1}$,621	+23.52.47,1	0,814	10:10
	27.....	10. 9.20	3.14.29,36	$\bar{1}$,604	+23.21.25,0	0,834	15:12
Avril	2.....	9.19.35	3.42.23,5	$\bar{1}$,616	+20.23.54	0,806	3:2
	2.....	9.36.26	3.42.26,6	$\bar{1}$,612	+20.23.47	0,816	6:10
	3.....	9.17.49	3.46.17,1	$\bar{1}$,615	+19.55.21	0,806	3:5
	4.....	9. 1.33	3.50.33,4	$\bar{1}$,616	+19.28. 9	0,797	11:10
	5.....	8.31.38	3.54.29,2	$\bar{1}$,611	+19. 0.59	0,781	18:24
	6.....	8.54.40	3.58.25,0	$\bar{1}$,613	+18.31.59	0,796	3:4
	6.....	9.18.2	3.58.28,1	$\bar{1}$,612	+18.31.29	0,809	14:15
	7.....	8.48.40	4. 2. 7,3	$\bar{1}$,612	+18. 5.39	0,794	15:20
	8.....	8.34.17	4. 5.46,40	$\bar{1}$,609	+17.39.30,1	0,788	15:13
	9.....	8.23. 6	4. 9.44,7	$\bar{1}$,605	+17.14.39	0,783	21:28
	11.....	8.30.23	4.16. 9,95	$\bar{1}$,605	+16.22.30,9	0,790	15:4
	12.....	8.27.36	4.19.24,2	$\bar{1}$,604	+15.56.12	0,791	4:10

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. B. **Baillaud**.

« Pour l'application de la formule générale que nous avons donnée au n° 18 des *Comptes rendus*, il convient de poser

$$\beta - 2l = \beta', \quad \varphi - 2n = \varphi', \quad q - 2\rho = q',$$
$$\beta_1 - 2l_1 = \beta'_1, \quad \varphi_1 - 2n_1 = \varphi'_1, \quad q_1 - 2\rho_1 = q'_1.$$

L'argument ne dépend que de ces six indéterminées et de i et j ; tous ces nombres peuvent avoir toutes les valeurs entières, positives ou négatives. Les nombres β, β_1, φ, φ_1, q, q_1 sont entiers et positifs, de même parité que

$\beta', \beta'_1, \varphi', \varphi'_1, q', q'_1$, et au moins égaux à ces derniers en valeur absolue.

» Les nombres h et k sont indépendants de q et q_1. Cette remarque permet de sommer tous les termes qui ne diffèrent que par les valeurs de q et q_1. On trouve ainsi, et en effectuant quelques réductions faciles, cette forme de développement :

$$\sum (-1)^{h+k+q'+q'_1} \frac{1.3.5\ldots(2h+2k-1)}{2^{2h+2k}} \times \frac{(m+q')(m_1+q'_1)}{mm_1} \mathrm{R} \cos(m\mathrm{M} + m_1\mathrm{M}_1 + n),$$

où

$$\mathrm{R} = \frac{b^{\beta} b_1^{\beta_1} f^{\varphi} f^{\varphi}}{(\beta\beta')\beta_1\beta'_1)(\varphi\varphi')(\varphi_1\varphi'_1)} \mathrm{J}^{q'}(me)\mathrm{J}^{q'_1}(m_1 e_1) \frac{\mathrm{P}_{ij}^{h+k+\frac{1}{2}}}{a''^{2h+2k+1}}.$$

Dans cette formule, $\mathrm{J}^{\nu}(z)$ désigne la fonction de Bessel, et l'on a posé

$$m = i + j - \beta' - 2\varphi' - q',$$
$$m_1 = i - j - \beta'_1 - 2\varphi'_1 - q'_1,$$
$$n = \eta + i\mathrm{H}' + j\mathrm{K}',$$
$$(ss') = \frac{1}{1.2\ldots\frac{s-s'}{2}\;1.2\ldots\frac{s+s'}{2}}.$$

» La formule que nous avons donnée au tome LXXXI des *Comptes rendus* comporte une transformation analogue ; pour abréger, nous n'écrirons pas ici sa forme nouvelle.

» Il convient d'observer que le terme d'argument $m\mathrm{M} + m_1\mathrm{M}_1 + n$ est au moins de l'ordre

$$\overline{2j} + \overline{\beta'} + \overline{2\varphi'} + q' + \overline{\beta'_1} + \overline{2\varphi'_1} + \overline{q'_1},$$

où l'on désigne par $\overline{\mu}$ la valeur absolue de μ, et que la différence est un nombre pair.

» L'application de cette formule au développement algébrique de la fonction perturbatrice est assurément praticable, et nous nous proposons de l'effectuer. On aura une idée assez exacte du temps nécessaire par ce fait que le nombre des combinaisons de $\beta'\varphi\varphi'\beta'_1\varphi'_1 q'_1$, qui donnent des termes de quinzième ordre, ne dépasse pas 37 000 et les termes sont égaux deux à deux. Dans le cas des perturbations de Pallas par Jupiter, ce nombre sera considérablement diminué par ce fait que l'excentricité de Jupiter est moindre que le carré de celle de Pallas, de sorte que l'on pourra, dans

l'évaluation de la grandeur d'un terme, regarder e_1 comme étant du second ordre, et f_1 du quatrième. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des fonctions uniformes de deux points analytiques qui sont laissées invariables par une infinité de transformations rationnelles.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« M. Schwarz a démontré (*Journal de Crelle*, t. 87) que, si le genre d'une courbe algébrique $F(x, y) = 0$ surpasse l'unité, il n'existe pas de transformation rationnelle contenant un paramètre arbitraire et faisant correspondre à un point (x, y) de la courbe un autre point (x_1, y_1) de cette courbe, de telle façon qu'au point (x_1, y_1) réponde inversement un seul point (x, y). Dans le cas où le genre est égal à l'unité, il existe de pareilles transformations; mais, si l'on désigne par

$$(1) \qquad u = \int_{x_0, y_0}^{x, y} \frac{Q(x, y)}{F'_y(x, y)} dx$$

l'intégrale abélienne de première espèce correspondante qui est déterminée à des multiples près de deux périodes ω et ω', on voit facilement que les seules transformations rationnelles de l'espèce considérée sont de l'une ou de l'autre des formes suivantes :

$$(2) \qquad u + u_1 \equiv C, \quad u - u_1 \equiv C,$$

où u et u_1 sont les valeurs de l'intégrale (1) correspondant aux deux points (x, y), (x_1, y_1) et où le signe $\equiv$ indique que l'égalité a lieu à des multiples près de ω et de ω'. Il n'existe donc pas, pour une courbe de genre 1, de fonctions uniformes d'*un point analytique* (x, y) qui ne changent pas quand on fait sur le point (x, y) une infinité de transformations rationnelles de l'espèce considérée; cela résulte de ce que les substitutions rationnelles correspondant aux relations (2) forment ou bien un *groupe fini* ou bien un *groupe continu*.

» Mais nous allons montrer, par un exemple, qu'il existe, pour une courbe du premier genre, des fonctions de *deux points analytiques* (x, y), (x', y') qui ne changent pas de valeur quand on remplace les deux points (x, y), (x', y') par deux autres points (x_1, y_1), (x'_1, y'_1) déduits des premiers à l'aide d'une transformation rationnelle réversible [1]. Soient u,

[1] C'est-à-dire que, les deux points (x, y), (x', y') étant supposés connus, les coordon-

u', u_1, u'_1 les quatre valeurs de l'intégrale (1) correspondant respectivement aux quatre points (x, y), (x', y'), (x_1, y_1), (x'_1, y'_1). Posons

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{2\pi i}{\omega}(u+u') = z, \\ \dfrac{\mathrm{H}(u-a)\,\mathrm{H}(u'-a)}{\mathrm{H}(u-b)\,\mathrm{H}(u'-b)} = e^t, \end{cases}$$

H désignant la fonction de Jacobi formée avec ω et ω', a et b des constantes. Les deux points (x, y), (x', y') étant donnés, z et t prennent des valeurs de la forme

$$(3)\qquad z + 2m\pi i + 2m'\pi\frac{\omega' i}{\omega}, \quad t + 2n\pi i + \frac{2m'\pi(a-b)i}{\omega},$$

m, m', n désignant des entiers. Réciproquement z et t étant donnés, les points (x, y), (x', y') sont entièrement déterminés et ne changent pas quand on remplace z et t par des expressions de la forme (3). Le calcul de (x, y), (x', y') en fonction de z et t constitue un problème d'inversion qui a été traité par Rosenhain dans son *Mémoire couronné* en 1851. Posons de même, en désignant par ω'' une nouvelle constante,

$$(4)\qquad \begin{cases} \dfrac{2\pi i}{\omega}(u_1+u'_1) = z + \dfrac{2\pi(a-b)i}{\omega}, \\ \dfrac{\mathrm{H}(u_1-a)\,\mathrm{H}(u'_1-a)}{\mathrm{H}(u_1-b)\,\mathrm{H}(u'_1-b)} = e^{t+\omega''}. \end{cases}$$

» Ces relations (2) et (4) déterminent le couple de points $(x_1, y_1)(x'_1, y'_1)$ quand le couple $(x, y)(x', y')$ est connu, et inversement; elles définissent une transformation rationnelle réversible entre ces deux couples de points. En effet, si l'on élimine z, t et u'_1 entre les relations (2) et (4), on obtient une équation dont le premier membre est une fonction doublement périodique par rapport à chacune des trois variables u, u' et u_1; ce premier membre est, par suite, une fonction rationnelle de (x, y), (x', y'), (x_1, y_1), et, en y considérant le point (x_1, y_1) comme seul variable, on voit qu'il s'annule en deux points (x_1, y_1), (x'_1, y'_1) qui forment le couple de points correspondant à (x, y), (x', y').

» Cela posé, soit $\varphi(z, t)$ une fonction uniforme des deux variables z et

---

nées des deux autres points (x_1, y_1), (x'_1, y'_1) sont déterminées par des équations du second degré ayant pour coefficients des fonctions rationnelles de (x, y), (x', y'); et réciproquement.

t admettant les quatre paires de périodes conjuguées suivantes :

$$\text{pour } z: \quad 2\pi i \quad 0 \quad \frac{2\pi\omega' i}{\omega} \quad \frac{2\pi(a-b)i}{\omega}$$

$$\text{et pour } t: \quad 0 \quad 2\pi i \quad \frac{2\pi(a-b)i}{\omega} \quad \omega''.$$

» Il résulte des relations (2) que cette fonction $\varphi(z, t)$ est une fonction uniforme des deux points analytiques (x, y), (x', y'); de plus, cette fonction *conserve la même valeur* quand on remplace les deux points (x, y), (x', y') par les deux points (x_1, y_1), (x'_1, y'_1), car cela revient, en vertu des équations (4), à changer z en $z + \frac{2\pi(a-b)i}{\omega}$ et t en $t + \omega''$. On a ainsi un exemple de fonction possédant la propriété annoncée.

» Si l'on suppose que la courbe du premier genre considérée soit du troisième ordre, la signification géométrique des relations (2) et (4) est facile à trouver. Coupons la courbe du troisième ordre par une conique variable C passant par trois points fixes dont deux situés sur la courbe; cette conique coupe la courbe en quatre points mobiles et les quatre valeurs u, u', u'', u''' de l'intégrale (1) correspondant à ces quatre points sont liées par deux relations de la forme

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{l} u + u' + u'' + u''' \equiv \mathrm{A}, \\ \dfrac{\mathrm{H}(u-a)\mathrm{H}(u'-a)\mathrm{H}(u''-a)\mathrm{H}(u'''-a)}{\mathrm{H}(u-b)\mathrm{H}(u'-b)\mathrm{H}(u''-b)\mathrm{H}(u'''-b)} = \mathrm{B}. \end{array} \right.$$

» Considérons ensuite une seconde conique variable C_1, passant par trois points fixes dont deux situés sur la courbe. On voit facilement que la relation entre les deux couples de points $(x, y)(x', y')$ et $(x_1, y_1)(x'_1, y'_1)$ peut être définie ainsi : les deux points (x, y), (x', y') étant choisis, on fait passer la conique C par ces deux points; cette conique coupe la courbe en deux autres points M'', M'''; on fait ensuite passer la conique C_1 par les deux points M'', M'''; cette conique C_1 coupe la courbe aux deux points cherchés (x_1, y_1), (x'_1, y'_1).

» Je me propose d'étudier, dans un Mémoire plus étendu, les fonctions de deux ou plusieurs points analytiques analogues à celles dont je viens de donner un exemple et d'appliquer ces fonctions à l'intégration d'équations différentielles simultanées à coefficients algébriques. Quant aux relations, telles que (5), elles se généralisent facilement; on peut les déduire, par une transformation rationnelle, des relations semblables indiquées par Clebsch

dans son Mémoire sur les courbes du premier genre (*Journal de Crelle*, t. 64). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes*. Note de M. **J. Farkas**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une Note bien connue (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 20), M. Picard a montré qu'une fonction entière qui ne deviendrait jamais égale ni à l'une ni à l'autre de deux valeurs finies serait une constante.

» Désignons par u une fonction uniforme de z n'admettant qu'un nombre fini de discontinuités essentielles

$$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$$

et, pour simplifier les expressions, appelons *valeurs exceptionnelles* les valeurs dont la fonctionne peut prendre aucune que dans un point singulier essentiel. Je me propose de montrer que la fonction u ne peut avoir plus de deux valeurs exceptionnelles.

» Supposons, en effet, a, b et c des valeurs exceptionnelles de la fonction u. Posons

$$v = \frac{c-b}{c-a}\,\frac{u-a}{u-b}.$$

La fonction v a les valeurs exceptionnelles 0, 1, ∞ et, en vertu de la troisième de ces valeurs, elle n'admet d'autres discontinuités que des points singuliers essentiels, ceux de la fonction u. Quand z décrit une courbe fermée, la variation des arguments des deux fonctions v et $1-v$ est égale à zéro, parce que les fonctions

$$v, \quad 1-v, \quad \frac{1}{v}, \quad \frac{1}{1-v}$$

n'ont pas de pôles. Ainsi, en posant $x = v$ dans la fonction désignée par ω dans la Note de M. Picard, nous avons

$$\omega = e^s,$$

où s est une fonction uniforme de z, n'ayant d'autres discontinuités que les points singuliers essentiels α de la fonction u. On a donc

$$s = G_0(z) + G_1\left(\frac{1}{z-\alpha_1}\right) + \ldots + G_n\left(\frac{1}{z-\alpha_n}\right),$$

où les fonctions $G_m(t)$ sont des fonctions entières de t.

» Désignons par β une valeur différente des α, telle que l'on ait

$$(\omega)_{z=\beta} = 1.$$

En écrivant

$$z = \frac{1}{\zeta} + \beta,$$

on obtient

$$s = H_0\left(\frac{1}{\zeta}\right) + H_1\left[\frac{1}{1+(\beta-\alpha_1)\zeta}\right] + \ldots + H_n\left[\frac{1}{1+(\beta-\alpha_n)\zeta}\right],$$

où les fonctions $H_m(t)$ sont des fonctions entières de t.

» La partie imaginaire de la fonction s doit rester comprise entre $i2k\pi$ et $i(2k+1)\pi$ (*voir* la Note de M. Picard); donc la partie imaginaire de $s - i2k\pi = \sigma$ doit rester comprise entre 0 et $i\pi$. Or la fonction σ est de la forme

$$\sigma = \sum_{m=\mu}^{m=\infty} \frac{A_{0,m}}{(\gamma_0-\zeta)^m} + \cdots + \sum_{m=\mu}^{m=\infty} \frac{A_{n,m}}{(\gamma_n-\zeta)^m},$$

où μ est un nombre entier positif, différent de zéro, et les A et γ sont des constantes. Posons

$$\zeta = \rho e^{-i\theta}, \quad A_{\nu,m} = \rho_{\nu,m} e^{i\theta_{\nu,m}}, \quad \gamma_\nu - \zeta = (\rho + \rho_\nu) e^{-i(\theta+\theta_\nu)}.$$

Les ρ_ν et θ_ν sont des fonctions de ρ et de θ; mais, si ρ est plus grand qu'un nombre donné, les ρ_ν et θ_ν sont très petits et, avec l'accroissement de ρ, les quantités ρ_ν et θ_ν décroissent constamment.

» Supposons la valeur de θ telle que la somme

$$\frac{\rho_{0,\mu}}{(\rho+\rho_0)^\mu}\sin\mu(\theta+\theta_0+\theta_{0,\mu}) + \ldots + \frac{\rho_{n,\mu}}{(\rho+\rho_n)^\mu}\sin\mu(\theta+\theta_n+\theta_{n,\mu}) = S$$

soit différente de zéro. On peut assigner un nombre fini ρ', tel que l'on ait, pour toute valeur de ρ supérieure à ρ',

$$S^2 > \left[\sum_{m=\mu+1}^{m=\infty} \frac{\rho_{0,m}}{(\rho+\rho_0)^m} + \cdots + \sum_{m=\mu+1}^{m=\infty} \frac{\rho_{n,m}}{(\rho+\rho_n)^m}\right]^2.$$

Alors la partie imaginaire de la fonction σ est positive ou négative, suivant que la somme S est de valeur positive ou négative. Supposons la quantité S positive. Comme, dans le cas d'un ρ assez grand, les quantités θ_ν sont aussi petites qu'on le veut, et cela, quelle que soit la valeur de θ; en écrivant $\theta + \pi$ au lieu de θ, la série S change de signe et la partie imaginaire de σ devient négative: elle ne peut donc pas rester comprise entre 0 et $i\pi$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une correction des formules stéréotypées de la Préface de Callet* (*tirage de* 1879). Note de M. **Em. Barbier**.

« La longue Préface des Tables de Callet, bien que vieillie, reste instructive; elle initie aux méthodes naïves des premiers inventeurs en calculs.

» Ce n'est pas là que l'on ira chercher une parfaite démonstration des produits infinis qui développent la valeur des lignes trigonométriques; mais on peut croire que les formules stéréotypées ont été correctes à l'origine et sont actuellement, et pour toujours, aussi correctes qu'immuables.

» M. Saigey, dans sa courte Préface de Correcteur, avertit qu'il ne s'est occupé de la longue Préface que pour y faire les *petites* corrections indiquées par les correspondants.

» Le lecteur qui comprend ne se laissera pas aller à avoir une confiance aveugle aux formules stéréotypées dans cette Préface, et, s'il lui arrive d'y recourir, il prendra soin de s'assurer préalablement qu'elles sont correctes, et il fera bien.

» Un exemple le prouvera.

» *Page* 13 *de la Préface de Callet* (*tirage de* 1879), pour le calcul des puissances fractionnaires sous-doubles d'un nombre (il s'agit particulièrement de 10), sont données des formules dont la première *doit être lue*

$$x = \frac{63v}{64} - \frac{651u}{2048} + \frac{1395t}{32768} - \frac{651s}{262144} + \frac{63r}{1048576} - \frac{q}{2097152} + \dots$$

» Apercevant que la somme des coefficients des différentes lettres dans toutes les formules doit donner $\frac{1}{2}$, je fus bien convaincu que la valeur de x ne pouvait être correcte. Je calculai un terme de plus aux formules subséquentes, afin de pouvoir trouver les six coefficients de la valeur de x. Au lieu de $\frac{915t}{32768}$, je trouvai $\frac{1395t}{32768}$; un seul coefficient avait perdu un caractère et subi une inversion des deux premiers restants avant le stéréotypage. »

MÉCANIQUE. — *Règles pratiques pour la substitution à un arc donné de certaines courbes fermées engendrées par les points d'une bielle en mouvement. Cas des bielles isoscèles et rectangulaires.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Resal.

« Nous avons indiqué, dans une précédente Note ([1]), les formules générales qui fixent les conditions sous lesquelles il convient d'opérer la substitution à un arc donné d'une courbe fermée engendrée par les points d'une bielle en mouvement.

» Le nombre de ces conditions se trouve inférieur au nombre des constantes nécessaires pour déterminer complètement les diverses pièces du mécanisme, et il est ainsi toujours possible, dans chaque cas particulier, d'obtenir une infinité de solutions.

» Mais, bien qu'il puisse être souvent avantageux de laisser aux problèmes de ce genre toute l'indétermination qu'ils comportent, afin de pouvoir disposer au besoin des quantités arbitraires pour satisfaire à des conditions accessoires, les constructeurs ont l'habitude de réduire le plus possible le nombre des indéterminées dans le but de simplifier à la fois le calcul et le tracé de leurs mécanismes.

» Il est dès lors utile d'indiquer ici les simplifications qui résultent, dans les formules que nous avons établies, des conditions supplémentaires auxquelles on s'assujettit d'ordinaire.

» Le cas le plus fréquent de la pratique est celui de la bielle isoscèle, dans laquelle le point décrivant et le pied de la bielle sont à la même distance de la tête. On a alors ([2])

$$y = 2l\sin\gamma,$$

$$\operatorname{tang}\zeta = \operatorname{tang}\gamma,$$

$$\frac{l}{\mathfrak{R}} = 2\sin\gamma\cos2\gamma + \frac{l}{R}\cos4\gamma,$$

$$2X = \frac{2r}{\cos\gamma},$$

$$\Delta = \pm\frac{r^2}{l}\operatorname{tang}\gamma\left(\frac{l\cos2\gamma}{R} + \sin\gamma\right).$$

» On peut encore faire usage des bielles rectangulaires, c'est-à-dire telles

---

([1]) *Comptes rendus*, 7 mai 1883.

([2]) Voir, pour les notations, notre Communication précédente.

que les directions qui joignent le pied de la bielle au point décrivant et à la tête soient perpendiculaires entre elles. Les formules générales deviennent, dans ce cas,

$$\gamma = 0,$$

$$\operatorname{tang}\zeta = \frac{y}{l},$$

$$\frac{l^2 + y^2}{\mathfrak{R}} = \cos 2\zeta \left(y + \frac{l^2}{R}\right),$$

$$2X = \frac{2r}{\cos\zeta},$$

$$\Delta = \pm \frac{r^2}{4l^2} \sin 2\zeta \left(y + \frac{l^2}{R}\right).$$

» Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, il est souvent nécessaire, dans les agencements mécaniques, de satisfaire à certaines conditions accessoires qui ne sauraient figurer dans les équations fondamentales, mais qui n'en ont pas moins une importance pratique et peuvent conduire à modifier dans une certaine mesure la solution théorique. Il y a donc intérêt pour le problème actuel à fixer le degré de précision que comporte l'application de nos formules, afin de connaître les limites de tolérance dans lesquelles il est permis de se mouvoir pour les dimensions à donner aux diverses pièces.

» La quantité à se donner dans ce but sera généralement l'écart admissible entre l'arc donné de rayon $\mathfrak{R}$ et la ligne diamétrale de la courbe qu'on lui substitue. On s'astreindra ainsi à ce que cet écart soit au plus égal à une certaine fraction $\frac{1}{n}$ de l'écart Δ' qui existe entre la courbe en huit et sa ligne diamétrale, et la valeur à adopter pour $\frac{1}{n}$ résultera de la nature même de la question.

» Dans cet ordre d'idées, l'équation générale

$$\frac{l}{\mathfrak{R}} \frac{\cos^2\gamma}{\cos\zeta} = \cos 2\zeta \sin(\zeta + \gamma) + \frac{l}{R} \cos 2(\zeta + \gamma) \cos\zeta$$

n'a plus besoin d'être satisfaite rigoureusement et peut être remplacée par la relation

$$\frac{1}{\mathfrak{R}} - \frac{\cos\zeta}{l\cos^2\gamma}\left[\cos 2\zeta \sin(\zeta + \gamma) + \frac{l}{R}\cos 2(\zeta + \gamma)\cos\zeta\right] \leq \frac{1}{n}\,\frac{2\Delta}{X^2}.$$

Cette relation devient

$$\frac{1}{\mathfrak{R}} - \frac{2\sin\gamma\cos 2\gamma + \frac{l}{R}\cos 4\gamma}{l} \leq \frac{1}{n}\frac{2\Delta}{X^2}$$

pour la bielle isoscèle, et

$$\frac{1}{\mathfrak{R}} - \cos 2\zeta \frac{y + \frac{l^2}{R}}{l^2 + y^2} \leq \frac{1}{n}\frac{2\Delta}{X^2}$$

pour la bielle rectangulaire. »

ÉLECTRICITÉ. — *De la puissance mécanique passive, de la résistance intérieure et du champ magnétique des régimes* allure-intensité ; *détermination électrique de leurs valeurs effectives.* Note de M. G. CABANELLAS.

« Ces déterminations ont pour but de réaliser avec précision le tarage et l'étalonnage électriques des organes et des appareils mécaniques de travail et de mesure ; j'ai combiné diverses méthodes déterminatives parmi lesquelles je citerai seulement l'ensemble suivant, général, exact et simple ; il utilise toujours le dispositif, si pratique, de deux galvanomètres, l'un très peu, l'autre très résistant, dits *de force électromotrice* et *d'intensité*, dispositif que j'ai conseillé dès 1879.

» Je rappellerai qu'après avoir prouvé que les lois et formules usuelles ou de première approximation sont, à plusieurs titres, insuffisantes à représenter le fonctionnement des machines, et qu'il est nécessaire de tenir compte des réactions des ordres supérieurs qui peuvent n'être nullement négligeables, j'ai établi que le moyen le plus exact et le plus pratique est de sommer tous les effets des divers ordres en les faisant rentrer dans l'une ou l'autre des deux quantités effectives suivantes :

» Le champ magnétique effectif, la résistance intérieure effective; ces deux quantités devant être déterminées expérimentalement.

» Nous représentons le champ effectif par la valeur électromotrice qu'il engendre à un régime donné, pour une longueur ou finesse donnée d'enroulement induit.

» Appelons :

N,I le régime;

${}_{NI}\varepsilon$, ε_{NI} les différences de potentiel aux bornes de la machine comme générateur et comme récepteur;

t, t' les puissances en kilogrammètres, celle récoltée au frein comme récepteur et celle absorbée par les résistances mécaniques passives de la machine.

» Telles sont les six données, toutes observées directement, sauf la dernière t', supposée connue (je montrerai plus bas comment il y a lieu de la déterminer).

» Les trois inconnues à déterminer actuellement sont :

» 1° et 2° Les forces électromotrices comme générateur et comme récepteur ${}_{NI}E$, E_{NI}, qui nous représenteront les forces des champs, lesquels peuvent être égaux, un peu différents ou très différents, ainsi que je l'ai signalé à plusieurs reprises ([1]), selon la constitution du champ statique;

» 3° La résistance effective ou *dynamique* r, qu'il ne faut pas confondre avec la résistance *statique* a, c'est-à-dire l'anneau stoppé; r surpasse relativement a d'autant plus que l'allure, la finesse et la longueur d'enroulement par paire de balais sont plus grandes; r tient donc compte, sous la forme $i^2\Delta a$, du déficit de travail des machines à collecteur, déficit d'ordre électrique dont nous avons eu, le premier, l'honneur de donner à l'Académie l'indication et la mesure.

» Des trois équations

$$\varepsilon_{NI}I = g(t+t') + rI^2, \quad E_{NI}I = g(t+t'), \quad {}_{NI}E = {}_{NI}\varepsilon + rI,$$

nous tirons

$$r = \frac{\varepsilon_{NI}}{I} - g\frac{t+t'}{I^2},$$

$$E_{NI} = g\frac{t+t'}{I}\ \text{(force électromotrice brute)} \quad \text{et} \quad g\frac{t}{I}\ \text{(force nette)},$$

$$ {}_{NI}E = {}_{NI}\varepsilon + \varepsilon_{NI} - g\frac{t+t'}{I}.$$

» Nous venons de supposer t' connu; voici un moyen purement électrique de le déterminer.

» Séparer le circuit des électros de celui de l'induit. Animer successivement l'inducteur de deux courants qui peuvent être quelconques, pourvu que les forces de leurs champs magnétiques respectifs ne soient pas égales. Faire passer successivement, par l'induit, un courant tel que l'allure devienne N, sous le seul couple résistant passif. Lire, aux galvanomètres

([1]) Notamment à propos des expériences de labourage de Sermaize et du transport de Miesbach à Munich.

du dispositif, ce courant i et i' et la différence des potentiels aux balais ε et ε'.

» Appelant e et e' les forces contre-électromotrices brutes et ρ la résistance effective, nous avons les relations

$$\varepsilon i = ei + \rho i^2, \quad \varepsilon' i' = e' i' + \rho \overline{i'}^2,$$

et, comme ei égale ici rigoureusement $e'i'$, il vient

$$\rho = \frac{\varepsilon i - \varepsilon' i'}{i^2 - \overline{i'}^2},$$

et finalement la valeur de ei ou $e'i'$ ou gt'_N est

$$i\left(\varepsilon - i\frac{\varepsilon i - \varepsilon' i'}{i^2 - \overline{i'}^2}\right) \quad \text{ou} \quad i'\left(\varepsilon' - i'\frac{\varepsilon i - \varepsilon' i'}{i^2 - \overline{i'}^2}\right). »$$

PHYSIQUE. — *Sur le point de congélation des dissolutions acides.* Note de M. F.-M. Raoult, présentée par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai montré, dans un Mémoire précédent (*Comptes rendus*, 27 novembre 1882), que les acides minéraux forts, les alcalis fixes, les sels alcalins et alcalino-terreux dissous dans l'eau, produisent un abaissement moléculaire du point de congélation compris entre 33 et 43, et le plus souvent voisin de 37; tandis que les sulfates magnésiens, l'hydrogène sulfuré et toutes les matières organiques, sans exception, y produisent un abaissement moléculaire compris entre 17 et 20, moyenne 18,5, chiffre moyen du précédent.

» Ce fait général, qui n'est qu'un cas particulier de la *loi de congélation des dissolvants* (*loc. cit.*) est celui qu'il fallait signaler d'abord. Il convient maintenant d'examiner en détail les effets produits par chaque ordre de composés. C'est ce que vais faire aujourd'hui en ce qui concerne les acides.

» D'après mes expériences, les acides déterminent, dans le point de congélation de l'eau, les abaissements ci-après :

Acides. (1er groupe.)	Formules.	Poids moléculaires. M.	Abaissements du point de congélation par gramme d'acide dans 100gr d'eau. A.	Abaissements moléculaires. M × A.
Chlorhydrique	HCl	36,5	1,006	36,7
Bromhydrique	HBr	81	0,464	37,6
Iodhydrique	HI	128	0,292	37,5

Acides (1er groupe).	Formules.	Poids moléculaires. M.	Abaissements du point de congélation par gramme d'acide dans 100gr d'eau. A.	Abaissements moléculaires. M × A.
Fluosilicique	$H^2SI^2Fl^6$	144	0,317	45,6
Azotique	HO, AzO^5	63	0,568	35,8
Chlorique............	HO, ClO^5	84,5	0,431	36,4
Perchlorique.........	HO, ClO^7	100	0,387	38,7
Sulfurique...........	H^2O^2, S^2O^6	98	0,389	38,2
Sélénieux......	H^2O^2, Se^2O^4	129	0,291	37,6
Sélénique	H^2O^2, Se^2O^6	145	0,268	38,9
Orthophosphorique	H^3O^3, PhO^5	98	0,438	42,9
Métaphosphorique	H^2O^2, Ph^2O^{10}	160	0,264	42,2
(2e groupe.)				
Sulfureux	H^2O^2, S^2O^4	82	0,232	19,1
Sulfhydrique....... .	H^2S^2	34	0,560	19,2
Hypochloreux	$HOClO$	52,5	0,304	16,0
Iodique..............	HO, IO^5	176	0,136	24,0
Azoteux.............	HO, AzO^3	47	0,404	19,0
Phosphoreux..	H^3O^3, PhO^3	82	0,291	23,9
Arsénieux	H^3O^3, AsO^3	126	0,143	18,1
Arsénique	H^3O^3, AsO^5	142	0,160	22,8
Borique.............	H^3O^3, BoO^3	62	0,330	20,5
Cyanhydrique	$H.AzC^2$	27	0,718	19,4
Formique	HO, C^2HO^3	46	0,419	19,3
Acétique	$HO, O^4H^3O^3$	60	0,317	19,0
Butyrique	$HO, C^8H^7O^3$	88	0,212	18,7
Oxalique............	H^2O^2, C^4O^6	90	0,257	23,2
Tartrique....	$H^2O^2, C^8H^4O^{10}$	150	0,130	19,5
Citrique......... . .	$H^3O^3, C^{12}H^5O^{11}$	192	0,100	19,3

» Les poids moléculaires qui figurent dans ce Tableau sont ceux qui sont généralement adoptés aujourd'hui. Il n'y a d'exception qu'à l'égard de l'acide métaphosphorique (obtenu en dissolvant à froid l'acide phosphorique anhydre dans l'eau), pour lequel j'ai été obligé d'admettre un poids moléculaire double. J'ai remarqué, en effet, que tous les sels alcalins *sans exception* produisent dans l'eau l'abaissement moléculaire normal, voisin de 37; or le métaphosphate de soude, lorsqu'on lui assigne la formule NaO, PhO^5, présente un abaissement moléculaire qui est seulement la moitié de ce chiffre.

» Cette anomalie montre que la formule du métaphosphate de soude

doit être doublée et écrite $Ph^2O^{10}, 2NaO$; et, par suite, que celle de l'acide métaphosphorique doit elle-même être écrite $Ph^2O^{10}, 2HO$, comme je l'ai fait ci-dessus.

» Ce Tableau montre, comme je l'avais annoncé (*loc. cit.*) que les acides se partagent en deux groupes : l'un, dont l'abaissement moléculaire de congélation est voisin de 40; l'autre dont l'abaissement moléculaire se rapproche de 20.

» M. Berthelot a établi que les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique, que nous voyons figurer dans le premier groupe, chassent à peu près complètement de leurs sels alcalins un certain nombre d'acides qui sont : les acides borique, sulfhydrique, cyanhydrique, azoteux, hypochloreux, formique, acétique, butyrique, oxalique, tartrique, citrique (*Méc. Chim.*, liv. V). Ces acides, qui se laissent ainsi déplacer, figurent tous dans le second groupe. Ce fait, que j'ai eu occasion de constater à mon tour, m'a frappé et je me suis demandé s'il n'était pas général. J'en ai fait l'expérience au moyen de la *méthode de congélation* que j'ai décrite précédemment et dont j'ai montré l'exactitude (*Comptes rendus,* 26 février 1883). Il en est résulté ce qui suit :

» *Les acides sulfureux, iodique, phosphoreux, arsénieux, arsénique sont chassés presque complètement de leurs sels alcalins, en dissolution étendue, par une quantité d'acide chlorhydrique ou azotique suffisante pour saturer la base.*

» Les faits qui précèdent, joints à ceux que M. Berthelot a fait connaître, permettent de dire que *tous les acides du deuxième groupe sont presque entièrement déplacés de leurs sels alcalins par l'acide chlorhydrique et vraisemblablement par tous les acides du premier groupe,* du moins lorsqu'on met une molécule de chaque acide en présence d'une seule molécule de base.

» Ce résultat établit une corrélation inattendue, mais évidente, entre l'affinité que les différents acides manifestent pour les bases alcalines et l'abaissement qu'ils déterminent dans le point de congélation de l'eau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Evaporation comparée des eaux douces et des eaux de mer à divers degrés de concentration. Conséquences relatives à la mer intérieure de l'Algérie.* Note de M. **Dieulafait.**

« Les recherches que je poursuis sur les substances salines existant dans l'écorce de notre globe et l'origine que j'ai été amené à leur attribuer m'ont conduit, depuis plus de dix ans, à étudier les marais salants aussi complètement qu'il m'a été possible de le faire. L'évaporation spontanée

étant l'élément capital, dans l'ordre d'idées que j'invoque, pour expliquer l'origine des substances salines (gypse, sel gemme, etc.), j'ai, dès le commencement de mes recherches, porté toute mon attention sur ce point. J'ai recueilli ainsi un grand nombre de documents relatifs à cette question complexe; je suis loin de posséder tous les éléments susceptibles d'être définis, mais je suis déjà arrivé à quelques conclusions bien arrêtées. C'est l'une de ces dernières que je crois utile de communiquer à l'Académie, car elle a une relation directe avec la *mer intérieure* de l'Algérie.

» Dans la Commission supérieure instituée par le Gouvernement pour examiner le projet de mer intérieure présenté par M. Roudaire, les questions scientifiques ont surtout été concentrées dans la deuxième sous-Commission, présidée par M. Dumas. La lecture des comptes rendus de ses séances montre que le point capital qui a préoccupé ses membres a été celui de l'évaporation et surtout celui du rapport de l'évaporation de l'eau de mer à celle de l'eau ordinaire dans les mêmes conditions. Je suis en mesure d'apporter aujourd'hui cet élément, qui a manqué à la Commission supérieure, et de montrer, en outre, que celui sur lequel elle s'est définitivement appuyée est complètement erroné, ce qui modifie de la manière la plus complète, en les rendant beaucoup plus défavorables, les données fondamentales de la mer intérieure.

» La Commission supérieure a admis comme base de discussion que le rapport de l'évaporation de l'eau de mer et de l'eau douce était représenté par $\frac{62}{100}$. Les observations que j'ai faites dans le delta du Rhône m'avaient conduit à un rapport différant si notablement du précédent, que, malgré la concordance des résultats et la grande variété des conditions dans lesquelles je les avais obtenus, je n'avais pas cru devoir les publier. Je viens d'exécuter une série nouvelle de déterminations et cette fois directement à l'aide de la balance. Les nombres que j'ai obtenus ne diffèrent pas de la moyenne de ceux auxquels j'étais arrivé par la coordination de mes observations dans les marais salants.

» Avant d'exposer le résultat de mes expériences, il est indispensable de fixer un point sur lequel M. Jamin a déjà fortement insisté au sein de la Commission supérieure; c'est celui-ci : on ne peut pas dire le rapport entre l'évaporation de l'eau de mer et celle de l'eau douce est représenté par un coefficient constant R. Tout ce qui peut être fait, c'est de laisser évaporer, dans les mêmes conditions, de l'eau de mer et de l'eau douce et de prendre le rapport des deux quantités évaporés *à un instant donné*. Alors H étant la hauteur d'eau douce et h la hauteur d'eau salée évaporées, la

valeur moyenne de R, pour la période considérée, sera $R = \frac{h}{H}$; mais H restant sensiblement constant, tandis que h diminue jusqu'à atteindre zéro (eauxmères à 38°), il est clair que le rapport R va devenir de plus en plus petit et passera, en particulier, par le point $\frac{62}{100}$, qui est celui sur lequel la Commission supérieure a basé ses calculs.

» Il est bien évident que, dans le cas de la mer intérieure, c'était d'abord de l'eau de mer normale qu'il fallait étudier, puisque c'est elle qui serait introduite dans le canal; il fallait ensuite la suivre à mesure qu'elle se concentrait et voir ce que deviendrait la valeur de R. C'est ce que j'ai fait, et, en outre, je me suis placé dans les conditions fixées par M. Roudaire.

» A une série d'observations et d'objections faites par M. Jamin dans la Commission supérieure, M. Roudaire a répondu :

« Il n'y a là rien de vague en ce sens que l'on peut prendre de l'eau douce et de l'eau de mer, et faire la comparaison des hauteurs évaporées ; on verra que, lorsque, pour l'eau de mer, l'évaporation est de 6,2, pour l'eau douce elle est de 10. » (*Comptes rendus des séances de la 2e Sous-Commission*, p 217.)

» J'ai pris quatre cristallisoirs en verre mince pesant moins de 200^{gr} et pouvant contenir chacun 1^{lit} d'eau. Je les ai pesés exactement vides et secs, puis dans chacun des deux premiers j'ai versé 1^{lit} d'eau douce, telle qu'elle arrive de la Durance par le canal de Marseille; dans chacun des deux autres, j'ai mis 1^{lit} d'eau de la Méditerranée. J'ai pesé chaque vase rempli, j'ai eu le poids de l'eau pour chacun d'eux. La balance de mon laboratoire qui m'a servi est une excellente balance, parfaitement sensible à $0^{gr},005$ avec une charge de $1^{kg},500$ dans chaque plateau.

» J'ai exposé mes vases au grand air, toujours à l'ombre, à $0^{m},60$ les uns des autres et en faisant alterner les vases à eau douce et les vases à eau salée. Ces expériences ont été faites à la Faculté des Sciences, située vers le centre de la ville de Marseille; elles ont duré du 12 avril au 25 mai 1883, avec des variations aussi considérables et aussi complexes qu'il m'a été donné de le faire. Je n'entre pas ici dans la discussion des causes multiples qui ont agi sur l'évaporation dans mes expériences : les vases contenant l'eau douce et l'eau marine, alternant et étant placés dans les mêmes conditions, ont été influencés de la même façon; par suite, les résultats restent tout à fait comparables. Ces résultats sont les suivants : en faisant évaporer de l'eau marine et de l'eau douce dans les mêmes conditions, et laissant agir l'évaporation jusqu'à ce que l'eau de mer ait perdu $\frac{1}{5}$ de son

volume primitif, le rapport de l'évaporation de l'eau de mer à celle de l'eau douce n'est jamais descendu au dessous de $\frac{92}{100}$; mais, quand l'eau de mer n'a perdu que $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$, ce qui est le cas applicable à la mer intérieure, au moins pendant la période de remplissage, le rapport devient $\frac{96,5}{100}$ au lieu de $\frac{62}{100}$, admis par M. Roudaire et par la Commission supérieure. La comparaison de ces deux derniers rapports montre dans quelle énorme proportion il faut augmenter la valeur de l'évaporation de l'eau de mer rapportée à celle de l'eau douce.

» La principale conséquence qui résulte des faits précédents est une augmentation de dépense très considérable pour l'ouverture du canal, si l'on veut rester dans les conditions de remplissage et d'alimentation de la mer intérieure, telles qu'elles ont été posées par la Commission supérieure. En second lieu, même dans le cas où le canal recevrait l'augmentation de largeur qu'entraîne le coefficient d'évaporation fixé plus haut, la mer intérieure deviendrait très rapidement impropre à nourrir les poissons. »

M. Jamin, à propos de la Communication précédente, fait remarquer que sur une surface peu étendue la quantité d'eau évaporée peut se calculer à l'avance, puisqu'elle est proportionnelle à la différence qui existe entre la force élastique de la vapeur émise par le liquide plus ou moins salé et celle qui existe déjà dans l'air. Mais le problème est autrement compliqué quand il s'agit de grandes surfaces comme celles d'un lac ou d'une mer intérieure.

Quand un courant d'air s'y engage, étant relativement sec, il enlève dans le premier kilomètre une notable somme de vapeur. L'effet diminue dans le second et dans les suivants selon les termes d'une progression géométrique décroissante. L'évaporation n'est donc pas proportionnelle à la largeur de la mer traversée. Elle ne l'est pas davantage à la vitesse du courant d'air : quand cette vitesse augmente, l'évaporation croît jusqu'à un maximum pour diminuer ensuite. Ainsi elle dépend de la température, de l'état hygrométrique initial de l'air, de la vitesse du vent, de la salure des eaux, de la largeur traversée, etc.

Quant à l'augmentation de l'humidité relative de l'air par l'effet d'une mer intérieure, elle n'est pas moins complexe : elle varie avec toutes les causes que l'on vient d'énumérer; elle varie surtout avec la vitesse du vent, puisque la totalité de vapeur enlevée se répartit dans toute la masse d'air qui traverse le lac, et, quand cette vitesse est grande, la quantité d'eau qu'emporte 1^{mc} d'air est si faible que son effet est insensible. En résumé, le problème de l'évaporation est résolu sur une petite surface; il ne l'est pas

sur une étendue considérable de liquide salé ou non. Or c'est la question qu'il serait utile de traiter.

THERMOCHIMIE. — *Etude thermique de la dissolution de l'acide fluorhydrique dans l'eau.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai déterminé successivement la chaleur de dissolution dans l'eau de l'acide fluorhydrique à l'état gazeux et à l'état liquide, enfin la chaleur de dilution de cet acide à divers états de concentration.

» 1° *Chaleur de dissolution de l'acide fluorhydrique gazeux.* — Pour préparer l'acide fluorhydrique gazeux et sec, j'ai décomposé le fluorhydrate de fluorure de potassium par la chaleur en ayant soin de perdre les premières portions du gaz qui peuvent retenir de l'eau. Pour m'assurer que l'acide n'entraîne pas de gouttelettes liquides, j'ai opéré dans quelques expériences soit à 25°, soit en mélangeant le gaz à de l'hydrogène absolument sec, et j'ai constaté que les résultats étaient les mêmes.

» Le gaz sec était conduit au moyen d'un tube de plomb aussi court que possible dans l'eau du calorimètre. On appréciait la quantité d'acide dissous en titrant alcalimétriquement un poids déterminé du liquide; on avait soin de ne pas dépasser une concentration correspondant à $\frac{1}{4}$ d'équivalent par litre, pour n'avoir pas à tenir compte de la variation de la chaleur spécifique.

» La moyenne de mes expériences donne pour la chaleur de dissolution de l'acide fluorhydrique gazeux dans une grande quantité d'eau le nombre $+11^{\text{Cal}},8$ (moyenne de plusieurs expériences concordantes).

» 2° *Chaleur de dissolution de l'acide fluorhydrique liquide.* — J'ai préparé l'acide fluorhydrique liquide en condensant l'acide gazeux obtenu par la méthode précédente. On verse cet acide avec précaution dans l'eau du calorimètre en agitant constamment; on appréciait comme précédemment par un titrage alcalimétrique le poids d'acide employé.

» La chaleur de dissolution, vers 17°, a été trouvée de $+4^{\text{Cal}},56$ à 17° (moyenne de plusieurs expériences concordantes), en négligeant la petite différence qui peut exister entre la température du liquide et celle de l'eau du calorimètre.

» 3° *Chaleur de volatilisation de l'acide fluorhydrique liquide.* — Des données précédentes on peut déduire la chaleur de volatilisation de l'acide liquide, qui est égale à la différence entre ces deux nombres

$$11^{\text{Cal}},8 - 4^{\text{Cal}},56 = 7^{\text{Cal}},24:$$

$+ 7^{Cal},24$ représente la chaleur de volatilisation de $1^{éq} = 20^{gr}$ d'acide fluorhydrique liquide.

» 4° *Chaleur de dilution de l'acide fluorhydrique à divers états de concentration.* — On a versé dans une grande quantité d'eau (300 à 400 H^2O^2) un poids de la dissolution d'acide fluorhydrique contenant environ 5^{gr} d'acide anhydre; la composition exacte du liquide était déduite du titrage alcalimétrique de la dissolution finale.

» Voici les nombres de mes expériences, faites à $+17°$:

Liqueur initiale.	Liqueur finale.	Chaleur dégagée.
HFl anhydre	$HFl + 400H^2O^2$	$+4^{Cal},560$
$HFl + 0,50H^2O^2$	»	$+2,050$
$HFl + 1,67H^2O^2$	»	$+0,720$
$HFl + 2,25H^2O^2$	»	$+0,450$
$HFl + 6,51H^2O^2$	»	$+0,100$
$HFl + 12,03H^2O^2$	»	négligeable

» On voit que la chaleur de dilution est très faible, à partir de $2H^2O^2$.

» Ces résultats peuvent se représenter, Q étant la chaleur de dilution de $HFl + nH^2O^2$ pour l'amener à $HFl + 400H^2O^2$,

(1) de $n = 0$ à $n = 0,5$ par la formule $Q = 4^{Cal},56 - 5,02n$,

(2) de $n = 0,5$ à $n = 2,0$ » $Q = \dfrac{1,3}{0,13 + n}$,

(3) de $n = 2$ à $n = 10$ » $Q = \dfrac{1,3}{0,13 + n} - 0,10$.

» La formule (3) représente l'hyperbole équilatère de la formule (2), dont toutes les ordonnées à partir de $n = 2$ ont été diminuées de 0,10.

» A partir de $HFl + 2H^2O^2$, il y aurait donc une variation brusque, quoique faible, dans la chaleur de dilution, c'est-à-dire un point saillant dans la courbe, ce qui ferait admettre un hydrate de cette formule, conformément au mode de raisonnement suivi par M. Berthelot sur les acides hydratés [1].

» Déjà Bineau admettait un hydrate défini de formule $HFl + 2H^2O^2$ d'après la composition des liquides obtenus par distillation à température constante.

» Pour faire ces expériences, les thermomètres calorimétriques sont placés dans un étui de platine sans soudures, dans lequel on a placé suffisam-

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 519.

ment de mercure pour que le réservoir du thermomètre y plonge en entier.

» Il résulte des nombres qui précèdent que la chaleur de dissolution de l'acide fluorhydrique dans l'eau $+11^{Cal},8$ est notablement plus faible que celle des autres hydracides (+17,43, +19,57, +20,00), et il en est de même des dilutions de cet acide. »

THERMOCHIMIE. — *Transformation du glycolide en acide glycolique.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« Par déshydratation de l'acide glycolique, on obtient le glycolide $C^4H^2O^4$, qui peut fixer les éléments de l'eau pour régénérer l'acide. Je me suis proposé de déterminer le signe et la valeur de la quantité de chaleur produite dans cette transformation.

» Les modes de préparation du glycolide donnés par Dessaignes [1], Kékulé [2] et Heintz [3] ne donnant que de faibles rendements, j'ai eu recours au procédé indiqué par MM. Norton et Tcherniak [4], la transformation du monochloracétate de soude *anhydre* en chlorure de sodium et glycolide par la chaleur. Avec 95^{gr} d'acide chloracétique, on obtient 45^{gr} de glycolide pur, fondant à 220°.

» L'analyse a donné :

	I.	II.
	gr	gr
Matière	0,4422	0,4025
CO^2	0,6703	0,6052
HO	0,1437	0,1300

d'où, en centièmes,

	I.	II.	Calculé pour $C^4H^2O^4$.
C............	41,31	41,01	41,37
H............	3,61	3,58	3,45

» La dissolution du glycolide en présence de l'eau froide est très lente et incomplète, mais ce corps se transforme en quelques minutes en glycolate de soude au contact d'une dissolution de soude étendue. Après la réac-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 44.

(2) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CV, p. 288.

(3) *Ann. der Phys. und Chem.*, t. CXV, p. 458.

(4) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1332.

tion, la liqueur est neutre au tournesol, lorsqu'on emploie strictement le glycolide et la soude en proportions équivalentes, ce qui veut dire qu'il ne s'est pas formé d'acide diglycolique et que l'hydratation est totale et immédiate.

» J'ai réalisé cette réaction dans le calorimètre.

» Les dissolutions de soude contenaient soit $1^{éq}$, soit un demi-équivalent dans 2^{lit}.

» J'ai obtenu à 13°

$+11^{Cal},93$, $+12^{Cal},00$, $+12^{Cal},12$, $+11^{Cal},94$, $+11^{Cal},84$; moyenne $+11^{Cal},96$.

» On a vérifié chaque fois la neutralité de la liqueur. En outre et comme nouveau contrôle, après les trois premières expériences, on a ajouté au liquide obtenu une quantité d'acide sulfurique ($1^{éq} = 2^{lit}$) équivalente au poids de soude employé, afin de vérifier si la chaleur dégagée était précisément la même que celle que doit fournir l'acide glycolique réel. Or, cette réaction a donné

$$+2^{Cal},68, \quad +2^{Cal},68, \quad +2^{Cal},63.$$

» Dans les deux dernières, on a même pris soin d'ajouter l'acide sulfurique après avoir chauffé le liquide en vase clos à 100° pendant plusieurs heures, afin de compléter, s'il y avait lieu, la transformation dans l'acide glycolique normal. On a obtenu $+2^{Cal},55$ et $+2^{Cal},55$. Ainsi les nombres obtenus à froid et à chaud sont les mêmes et en outre représentent sensiblement la différence calculée à l'avance entre la chaleur de neutralisation de la soude par l'acide sulfurique ($+15^{Cal},90$) et par l'acide glycolique normal ($+13^{Cal},60$). On est donc autorisé à conclure à la transformation complète et immédiate, à froid, du glycolide en glycolate de soude, en présence de la soude : conclusion qui découlait déjà des phénomènes de neutralisation. Si j'y insiste, c'est qu'il paraît suivre de là que le glycolide préparé par le procédé ci-dessus répond bien à l'anhydride acide et non à l'anhydride éthéré qui dériverait de la fonction alcoolique de l'acide glycolique et qui exigerait sans doute plus de temps pour sa transformation. Ceci posé, connaissant la chaleur de neutralisation de l'acide glycolique par la soude ($+13^{Cal},60$), la chaleur de dissolution de l'acide ($-2^{Cal},76$) et le nombre précédent ($+11^{Cal},96$), on trouve, pour la chaleur d'hydratation :

$C^4H^2O^4$ solide $+ H^2O^2$ liquide $= C^4H^4O^6$ solide. . . . . $+1^{Cal},12$

$C^4H^2O^4$ solide $+ H^2O^2$ solide $= C^4H^4O^6$ solide. . . . . $-0^{Cal},31$

» Cette transformation est donc exothermique à partir de l'eau liquide, mais endothermique depuis l'eau solide; ce qui contraste singulièrement avec la grande chaleur d'hydratation de la plupart des anhydrides, de l'acide sulfurique par exemple.

» Mais le fait est au contraire conforme aux analogies qui existent entre l'acide carbonique et l'acide glycolique. En effet, l'acide carbonique normal répondrait à la formule $C^2H^2O^6$; ce serait le premier terme d'une série homologue dont l'acide glycolique, $C^4H^4O^6$, et l'acide lactique représentent les termes supérieurs. Mais on obtient seulement l'acide anhydre C^2O^4, correspondant au glycolide, $C^4H^2O^4$. Or, M. Berthelot [1] a expliqué la non-existence de l'acide carbonique normal (sauf à l'état de traces dans les liqueurs) par cette considération que cet acide dissous devrait être formé depuis l'acide carbonique anhydre dissous avec une absorption de chaleur qui peut même être évaluée à — 2,3. C'est précisément cette absorption que nous constatons ici pour l'hydratation du glycolide rapportée à l'état solide. Je vais poursuivre ces études sur l'acide lactique et les autres acides à fonction mixte. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la production de borates cristallisés par voie humide.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« On sait que les borates alcalins donnent, quand on les mélange avec une dissolution métallique, des précipités diversement colorés et ne présentant aucun indice de cristallisation. Ce sont des masses volumineuses, légères, difficiles à laver, soit qu'elles restent très longtemps en suspension dans les liquides qui les baignent, soit qu'elles obstruent les pores du papier à filtrer; de plus leur composition varie sans cesse à mesure que les lavages ont été plus prolongés. Ce sont là en effet des substances que l'eau décompose en leur enlevant de l'acide borique; cependant, connaissant les circonstances dans lesquelles cette décomposition s'effectue et les lois qui règlent tous les cas de dissociation par l'eau, on peut tourner la difficulté et obtenir par voie humide plusieurs groupes de borates très nettement cristallisés.

» Considérons, par exemple, le précipité blanc que donne le borax pur dans une dissolution de nitrate de chaux; cette matière sommairement lavée et desséchée correspond très sensiblement à la composition

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 625.

$2BoO^3, CaO$; prise en suspension dans l'eau, elle s'y dissout partiellement en donnant une liqueur limpide, faiblement alcaline, qui contient environ par litre, à la température de 10°, $2^{gr},10$ de borate neutre BoO^3CaO, et $1^{gr},60$ d'acide borique; or, si au mélange d'eau et de précipité blanc on ajoute une certaine quantité d'eau, ou bien si, après avoir abandonné le système au repos, on décante la liqueur claire pour lui substituer de l'eau pure, on observe que la composition du liquide surnageant le précipité ne se modifie pas; on peut ainsi opérer de nombreux lavages par décantation : la liqueur renferme toujours 1,60 d'acide borique et 2,10 environ de borate de chaux. Cependant, après un certain nombre de lavages, il n'en est plus de même : l'acide borique libre finit par diminuer, puis par disparaître, mais alors le précipité qui reste a changé totalement de composition et n'est plus que du borate neutre BoO^3, CaO.

» Donc, à la température ordinaire, le précipité de biborate de chaux est décomposé par l'eau qui lui enlève de l'acide borique, jusqu'à ce que la liqueur en contienne une proportion déterminée, et les choses continuent ainsi, conformément aux lois de la dissociation par voie de dissolution, tant qu'il reste du biborate capable de fournir de l'acide borique aux nouvelles quantités d'eau que l'on ajoute.

» Prenons au contraire une solution d'acide borique saturée à 40° environ et ajoutons-y un lait de chaux, puis filtrons la liqueur; celle-ci est limpide, elle ne dépose rien en refroidissant; mais, quand on l'évapore lentement, à la température ordinaire, on voit bientôt se former le long des parois du vase, et surtout au fond, des cristaux transparents fort nets, dont l'analyse conduit à la formule $4BoO^3, CaO, 12HO$. Arrivée à un certain degré de concentration, l'eau mère ne retient plus de chaux, mais elle renferme encore une quantité notable d'acide borique. Ainsi, dans les conditions de l'expérience, la chaux n'a pas saturé tout l'acide, elle a formé du tétraborate; mais, comme celui-ci ne peut exister que dans une liqueur renfermant, à une température donnée, une proportion déterminée d'acide libre, la combinaison s'est arrêtée une fois cette limite atteinte.

» Considérons, maintenant, soit une solution de tétraborate de chaux, soit la liqueur qui nous a donné ce tétraborate; mais, au lieu de l'évaporer lentement à la température ordinaire, chauffons-la. Vers 70° elle se trouble, un précipité blanc se forme, d'autant plus abondant que la température s'élève davantage, et il se redissout quand on laisse le mélange se refroidir. Mais si, après avoir porté la liqueur à l'ébullition, on la sépare du

précipité en n'en laissant qu'une très faible partie, celui-ci se transforme lentement à la température ordinaire, et, au bout d'un mois, il est tout entier changé en cristaux qui renferment $2BoO^3, CaO, 3HO$. Ainsi, quand la température s'élève, le tétraborate se détruit graduellement, il fournit à l'eau l'acide borique libre nécessaire au maintien de son existence dans les conditions nouvelles, et bientôt il ne reste que du biborate, qui cristallise comme on vient de l'indiquer.

» Enfin l'eau, nous l'avons dit, décompose aussi le biborate en donnant du borate neutre; mais, pour faire cristalliser ce dernier, il vaut mieux opérer d'une façon un peu détournée; le précipité blanc de biborate est mis au contact d'un excès d'eau de chaux à 10°; bientôt il s'agglomère, diminue de volume et, au bout de quelques heures, il est transformé tout entier en cristaux très brillants et très nets qui répondent à la formule $BoO^3, CaO, 7HO$; l'eau les dissout sans les détruire et donne une liqueur alcaline qui retient environ 2^{gr} de sel à la température ordinaire.

» Ce qui vient d'être dit pour les sels de chaux est applicable à beaucoup d'autres; d'une manière générale, en traitant, par une base libre ou par un carbonate métallique, une solution d'acide borique saturée vers 40°, on obtient une liqueur qui renferme un tétraborate et qui le dépose en cristaux quand on l'évapore à la température ordinaire; la solution de tétraborate se dédouble, quand on la chauffe, en acide libre et biborate qui se précipite, et ce dernier, abandonné au contact d'un peu de son eau mère, se transforme graduellement en cristaux. Le biborate est à son tour décomposé par l'eau, toujours d'après les lois de la dissociation, en acide libre et borate neutre, mais le dernier ne cristallise pas dans ces circonstances; c'est en employant un moyen détourné, tel que le traitement par une solution de la base du sel considéré, qu'on peut en déterminer la cristallisation. J'ai pu obtenir ainsi avec la chaux, la strontiane, la baryte, la magnésie, le cadmium, le nickel, le cobalt, le zinc, le cuivre, etc., des sels bien cristallisés, qui se rangent dans trois groupes présentant les formules générales

$$4BoO^3, MO, nHO, \quad 2BoO^3, MO, nHO, \quad BoO^3, MO, nHO.$$

» Certains de ces borates se dissolvent dans l'ammoniaque et se combinent avec elle, donnant des produits très nettement cristallisés; ce sont des composés ammoniacaux, tels que le borate $2BoO^3CaO, 4AzH^4O$, ou des sels doubles, tels que celui de zinc : $(BoO^3ZnO)4(BoO^3, AzH^4O)5HO$.

» Le dosage de l'acide borique dans ces sels a été fait à l'état de borate

de chaux cristallisé, par la méthode que j'ai indiquée il y a plusieurs années (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 390) et qui m'a déjà servi lors de l'étude des borates cristallisés par voie sèche. La description de ces sels ne saurait trouver place dans le cadre restreint de cette Note : elle sera donnée dans un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE. — *Réactions du sulfure de plomb sur les chlorures métalliques.* Note de M. A. LEVALLOIS.

« Les sulfures, et principalement le sulfure de plomb, donnent des réactions intéressantes avec un grand nombre de combinaisons métalliques, principalement avec les chlorures. Je rappellerai les belles recherches de M. Stanislas Meunier ([1]) sur l'action exercée par la galène, le sulfure de fer et les sulfures alcalins sur les dissolutions d'or, d'argent, de platine, de mercure. Dans plusieurs de ses expériences, M. Stanislas Meunier a obtenu ces métaux à l'état libre; dans d'autres, la réaction s'est trouvée plus complexe : c'est ainsi que des fragments de galène, placés dans une dissolution de chlorure de platine, fournissent des aiguilles jaunes qui font bientôt place à des rosettes gris d'acier.

» Ces résultats m'ont engagé à commencer l'étude, dans des conditions variées, des réactions que peut donner le sulfure de plomb lorsqu'il se trouve en présence de combinaisons métalliques.

» Si l'on mélange, dans un mortier, du sulfure de plomb précipité ou de la galène en poudre fine avec du bichlorure de mercure humecté d'eau ou d'alcool, on observe un dégagement de chaleur considérable; certaines parties deviennent blanches et il peut se volatiliser du bichlorure de mercure. Lorsqu'on chauffe à une douce température, sur un bain de sable, le mélange ainsi obtenu, il devient blanc presque instantanément; la masse, lavée à l'alcool absolu pour enlever l'excès de bichlorure, laisse une poudre blanche, amorphe, décomposable par l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Ce corps, même sec, est très altérable par la lumière, qui le noircit rapidement; j'ai pu obtenir avec lui des épreuves photographiques intenses.

» Les diverses préparations de cette substance ont fourni à l'analyse une composition sensiblement constante, qui me porte à lui donner pour formule, sauf de nouvelles vérifications : $3PbS, 4HgCl$.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, nº 14, 1er semestre.

» Le chlorure de zinc, mélangé dans une capsule à une certaine quantité de sulfure de plomb, dissout ce corps lorsqu'on porte la température à 200° environ. Si l'on a soin de laisser un grand excès de chlorure de zinc, on obtient une masse blanche, porcelanique, déliquescente. Des lavages à l'alcool absolu enlèvent l'excès de chlorure et laissent une poudre blanche qui, jetée dans l'eau, devient jaune, puis noire. Cette décomposition se fait si facilement que, lorsque l'alcool qui sert au lavage contient un centième d'eau, la matière brunit dès qu'elle ne se trouve plus en présence d'un grand excès de chlorure de zinc.

» L'analyse des différentes préparations de ce corps me conduit à lui donner pour formule : PbS, ZnCl.

Si, dans le mélange fondu de chlorure de zinc et de sulfure de plomb, on ajoute de nouvelles quantités de ce dernier corps, on obtient des composés jaunes et enfin noirs qui ne cèdent plus rien ni à l'alcool ni à l'eau.

» Une autre manière d'opérer consiste à faire réagir à 160° environ, en présence d'eau, dans des tubes scellés, le sulfure sur les composés métalliques. Les réactions qui se produisent sont ordinairement de deux sortes : il peut y avoir double décomposition ou bien combinaison des corps mis en présence. Je n'ai constaté de dégagement gazeux qu'avec du bichlorure d'étain très acide, dégagement qui a déterminé la rupture du tube.

» Les chlorures mis en expérience dans ces conditions sont : le chlorure de magnésium, le chlorure d'aluminium, le chlorure de zinc, le perchlorure de fer, le chlorure d'argent, le bichlorure de mercure, le protochlorure d'étain, le bichlorure d'étain, le chlorure d'antimoine, le chlorure d'or, le bichlorure de platine. Tous ces corps ont réagi rapidement sur le sulfure de plomb, même le chlorure de magnésium qui, en l'absence de toute trace d'acide chlorhydrique libre, a fourni des aiguilles de chlorure de plomb.

» L'étude des produits de ces réactions n'est que commencée : le chlorure d'argent, le bichlorure de mercure ont fourni du chlorure de plomb et du sulfure d'argent ou de mercure; le chlorure de platine a été décoloré dans une expérience, dans une autre il a fourni un lacis de belles aiguilles jaunes. Les chlorures de zinc, de fer, d'étain, d'antimoine fournissent des cristallisations abondantes où l'on ne reconnaît plus ni les caractères des corps mis en présence, ni ceux des composés qui résulteraient de leur double décomposition.

» Je ferai remarquer que parmi ces corps qui réagissent, au sein de l'eau,

sur un corps insoluble se trouve un corps également insoluble : le chlorure d'argent.

» Les chlorures métalliques ne sont pas, du reste, les seuls composés capables de faire double décomposition avec le sulfure de plomb : je citerai le nitrate d'argent qui, chauffé en tube scellé, en présence d'eau, avec de la galène, a donné du nitrate de plomb et du sulfure d'argent. »

CHIMIE. — *Sur la cuisson du plâtre.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« On enseigne depuis Lavoisier que la cuisson du plâtre a pour but de le déshydrater complètement, d'enlever au gypse ses $2^{éq}$ d'eau et de le transformer en sulfate de chaux anhydre. Berthier [1] pourtant, dès 1840, avait reconnu que le plâtre cuit renferme toujours de 3 à 8 pour 100 d'eau. Des recherches plus récentes de M. Landrin [2] ont confirmé ce fait; il a trouvé dans différents échantillons de plâtre une proportion d'eau comprise entre 7 et 8 pour 100. Enfin, si l'on jette les yeux sur les analyses exécutées par le laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées à l'occasion de l'Exposition de 1878 [3], on voit que tous les plâtres exposés renfermaient de l'eau; sur dix-sept échantillons, quinze en renfermaient une proportion intermédiaire entre 4 et 9 pour 100. Le plâtre cuit renferme donc toujours une quantité d'eau sensiblement constante et différant peu de 7 pour 100.

» Il m'a paru intéressant de rechercher à quel état se trouvait cette eau. Le plâtre marchand est-il un mélange de gypse et de sulfate de chaux anhydre résultant, comme on l'admet généralement, d'une cuisson imparfaite, ou n'est-il pas plutôt un hydrate inférieur du sulfate de chaux. On sait, en effet, qu'un même sel peut généralement se combiner à l'eau en différentes proportions pour former autant d'hydrates parfaitement définis.

» On peut, pour élucider cette question, recourir à l'étude des tensions de dissociation. M. Debray a montré en effet que les différents hydrates d'un même sel sont caractérisés par des tensions de dissociation différentes et d'autant plus grandes que la proportion d'eau combinée est plus considérable. Il en résulte immédiatement que la température de décomposition,

---

(1) BERTHIER, *Ann. des Mines*, 3e série, t. XIX, p. 655.

(2) LANDRIN, *Ann. de Chimie et de Phys.*, 5e série, t. III, p. 440.

(3) *Exposition universelle de* 1878, *Catalogue des matériaux de constructions réunis par les soins du Ministère des Travaux publics*, p. 307 et suivantes.

sous une même pression, sous la pression atmosphérique par exemple, de ces différents hydrates ne sera pas la même. En étudiant à ce point de vue la décomposition du gypse, j'ai reconnu qu'elle se faisait en deux temps bien distincts.

» 10^{gr} de gypse pulvérisé furent placés dans un tube en verre plongeant lui-même dans un bain de paraffine que l'on échauffait progressivement, de façon à maintenir un écart constant de 20° environ entre sa température et celle d'un thermomètre plongé au milieu du gypse. Les températures accusées par ce dernier thermomètre furent notées de cinq en cinq minutes, et l'on construisit, au moyen de ces données, une courbe ayant pour abscisses les temps, pour ordonnées les températures. On reconnaît à première vue sur cette courbe deux parties horizontales nettement accusées; la température, après s'être élevée rapidement jusqu'à 110°, monte plus lentement de 110° à 120°, reste très longtemps stationnaire entre 120° et 130°, et reprend une marche ascensionnelle plus rapide entre 130° et 140°. Un second temps d'arrêt analogue au premier, mais moins important, se produit entre 160° et 170°. Ces deux temps d'arrêt dans la montée du thermomètre résultent de l'absorption de chaleur qui accompagne l'élimination d'eau; ils indiquent l'existence de deux hydrates ayant des températures de décomposition différentes [1].

» Pour déterminer la composition de l'hydrate intermédiaire, j'ai chauffé 10^{gr} de gypse à la température de 155° qui, d'après les chiffres donnés plus haut, est intermédiaire entre celles de décomposition des deux hydrates. La perte de poids trouvée fut de :

	Temps.	Perte de poids.
	h m	gr
Après	0.15	0,66
»	0.30	1,36
»	0.45	1,52
»	1.00	1,56
»	1.15	1,56

» La perte de poids à 155° tend donc vers une limite bien définie, 1^{gr},56, qui correspond très exactement à 1^{éq},5 de HO, pour 1^{éq} de CaO, SO^3.

(1) M. Lacauchie, directeur de l'usine à plâtre Vorambert, à Argenteuil, auquel j'ai eu l'occasion de communiquer les résultats de mes expériences, m'a dit avoir été conduit à des conclusions analogues par les recherches qu'il poursuit en grand sur ce sujet depuis un an.

» Le même échantillon fut chauffé ensuite à 200°; les pertes de poids observées furent :

Temps.	Perte de poids.
Après 0h.00m	1gr,56
» 0.15	1,78
» 0.30	1,98
» 0.45	1,98
» 1.00	2,08

» Cette perte de 2gr,08 correspond à 2éq de HO pour 1éq de CaO, SO^3, c'est-à-dire qu'à 200° la déshydratation du gypse se produit complètement.

» Ces expériences montrent donc qu'il existe au moins un hydrate inférieur au gypse qui aurait pour formule SO^3, CaO, 0,5HO et qui renfermerait 6,2 pour 100 d'eau. Le plâtre marchand qui renferme en moyenne 7 pour 100 d'eau est donc presque exclusivement formé par cet hydrate.

» L'existence d'un hydrate répondant à cette formule avait déjà été signalée en 1848 par Johnston ([1]); il avait montré que les incrustations de sulfate de chaux formées dans les chaudières marines renferment précisément 0éq,5 de HO. Si ces incrustations ont la même composition que le plâtre cuit, elles doivent, comme lui, faire prise au contact de l'eau; c'est, en effet, ce que j'ai reconnu. Des incrustations de chaudières *finement* broyées et gâchées avec de l'eau ont fait prise en trois ou quatre jours.

» Le durcissement, il est vrai, est beaucoup plus lent qu'avec le plâtre, mais c'est là une conséquence nécessaire des différences d'état physique de ces deux corps. Le plâtre est un corps poreux présentant de très grandes surfaces de contact avec l'eau; les incrustations, au contraire, cristallisées et compactes, n'ont de contact avec l'eau que par les surfaces extérieures des grains; or la rapidité de la prise est évidemment proportionnelle à l'étendue de ces surfaces de contact.

» La production d'un hydrate intermédiaire, pendant la cuisson du plâtre, permet de rendre compte de quelques observations faites antérieurement, qui paraissaient difficilement explicables.

» Lavoisier ([2]) avait remarqué que, pendant la cuisson du gypse, la dis-

([1]) Johnston, *American journal of Sciences*, Vol. II, p. 112.

([2]) Lavoisier, *OEuvres complètes*, t. III, p. 122.

tillation de l'eau se ralentit considérablement aux trois quarts de l'opération, mais il rapporte simplement cette observation en quelques mots sans en tirer aucune conclusion, comme il l'aurait fait sans doute s'il avait pu terminer les recherches qu'il annonçait.

» M. Kraut [1], en étudiant dans ces dernières années la tension de dissociation du gypse à 100°, a trouvé qu'elle pouvait varier de 2^{mm} à 128^{mm} de mercure. En se reportant à ses expériences, on reconnaît qu'elles ont porté tantôt sur le gypse, tantôt sur l'hydrate, à $0^{éq},5$ d'eau.

» J'ai commencé également quelques mesures précises des tensions de dissociation de ces hydrates; mais j'ai été arrêté par des anomalies analogues à celles signalées par M. Joulin dans la décomposition des carbonates. Je reviendrai sur ce sujet quand j'en aurai terminé l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un acide provenant de l'oxydation de la strychnine.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Wurtz.

« J'avais annoncé, dans une Note précédente [2], que l'oxydation de la strychnine par le permanganate de potassium donne naissance à un acide azoté non cristallisable. Voici comment il convient d'opérer pour l'obtenir :

» La solution neutre du sel de strychnine est placée dans un grand ballon plongeant dans l'eau froide, et l'on y verse peu à peu le permanganate, par petites portions, jusqu'à ce que celui-ci ne se décolore plus après dix minutes d'attente; 25^{gr} de chlorhydrate de strychnine ont exigé environ 2^{lit} de la solution de permanganate.

» La liqueur est décantée après dépôt du bioxyde de manganèse, puis filtrée, et le précipité est lavé. Les eaux de lavage réunies au liquide filtré sont évaporées; le résidu repris par l'alcool lui cède le sel de potassium du nouvel acide.

» Un procédé qui nous a donné de meilleurs rendements consiste à précipiter le liquide séparé du bioxyde de manganèse par le sulfate de cuivre. On obtient un précipité volumineux qu'on lave et l'on sèche à la trompe, puis à l'étuve, et que l'on lave à l'alcool ou à l'eau.

» Il est alors mis en suspension dans l'alcool et traité par l'hydrogène sulfuré. L'alcool évaporé fournit l'acide encore impur.

» Pour le purifier, nous l'avons transformé en sel ammoniacal, par dis-

(1) *Gmelin-Kraut's Handbuch der Chemie*, t. I, p. 397.
(2) *Comptes rendus*, séance du 21 mai 1883, p. 1504.

solution dans l'ammoniaque étendue, puis évaporation dans le vide. Le sel ammoniacal donne avec les sels solubles de plomb, d'argent et de cuivre des précipités d'où l'on peut facilement régénérer l'acide. 25gr de strychnine ont fourni environ 12gr de cet acide.

» L'acide libre, séché dans le vide, répond à la formule $C^{11}H^{11}AzO^3, H^2O$. Il perd une molécule d'eau à 100°. Il est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau et dans l'éther. Il se dissout facilement dans les solutions alcalines ou acides.

» Le sel d'argent $C^{11}H^{10}AgAzO^3, H^2O$ est amorphe, très stable vis-à-vis de la lumière. Il est faiblement soluble dans l'eau, facilement dans les acides.

» Pour approfondir la constitution de cet acide, nous comptons pousser plus loin son oxydation et le soumettre à la distillation avec la chaux, ce qui fera le sujet d'une prochaine Communication. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la viabilité des embryons monstrueux de l'espèce de la poule.* Note de M. **Dareste.**

« J'ai mis en incubation, le 8 mai, des œufs préalablement secoués à l'aide de la tapoteuse [1]. Dans un de ces œufs, ouvert le 1er juin, c'est-à-dire vingt-quatre jours après le début de l'opération, j'ai trouvé un embryon monstrueux qui était arrivé vivant au terme de l'incubation, mais qui n'avait pu briser la coquille. Il avait péri le vingtième jour, avant l'établissement de la respiration pulmonaire et la pénétration du jaune dans la cavité abdominale.

» Ce monstre est un *hyperencéphale*. L'encéphale, considérablement hypertrophié, est revêtu d'une membrane transparente qui se continue immédiatement avec la peau, et semble, par conséquent, complètement situé en dehors du crâne. Les yeux manquent. La mâchoire supérieure est rudimentaire, tandis que la mâchoire inférieure a ses dimensions normales.

» Les hyperencéphalies et, d'une manière plus générale, toutes les monstruosités que l'on désigne très improprement sous le nom de *hernies du cerveau*, et plus exactement sous le nom d'*exencéphalies*, se sont présentées très fréquemment dans mes expériences sur la production des anoma-

---

[1] Voir dans les *Comptes rendus* (séance du 19 février 1883) une Note que j'ai publiée sous ce titre : *Recherches sur la production des monstruosités par les secousses imprimées aux œufs de poule*

lies. J'ai montré, depuis longtemps, qu'elles résultent de la compression totale ou partielle de l'encéphale, par la coquille de l'œuf lorsque l'amnios fait défaut, ou par l'amnios arrêté dans son développement. Je ne reviendrai point sur ces faits, que j'ai fait connaître en détail dans plusieurs publications.

» Aujourd'hui, je me borne à signaler un fait : c'est que le monstre en question avait vécu jusqu'à l'époque de l'éclosion, et que, s'il n'a pu éclore, c'est que l'état imparfait du bec ne lui a point permis de percer la chambre à air. Ce fait est d'autant plus remarquable que les embryons monstrueux, dans l'espèce de la poule et, selon toute apparence, dans toute la classe des oiseaux, périssent plus ou moins rapidement, mais le plus ordinairement, dans une période de l'incubation très éloignée de l'éclosion.

» J'ai fait connaître les causes de cette mort précoce.

» Dans les premiers temps de la vie embryonnaire, l'embryon monstrueux périt par le fait d'une anémie particulière dont j'ai découvert le mécanisme. Lorsqu'un arrêt de développement frappe les îles de Wolff, les globules du sang qui se sont produits dans leurs cavités ne peuvent pénétrer dans l'appareil circulatoire. Le sang, privé de globules, détermine plus ou moins rapidement l'œdème des tissus embryonnaires et, par suite, leur désorganisation.

» Plus tard, l'embryon monstrueux périt par asphyxie. Cette asphyxie résulte d'un arrêt de développement de l'allantoïde, qui résulte lui-même d'un arrêt de développement de l'amnios. La permanence du pédicule amniotique, c'est-à-dire de la continuité de l'amnios avec l'enveloppe séreuse, forme une barrière qui s'oppose au développement complet de l'allantoïde. Cet organe, qui ne peut alors s'étendre que sur une partie restreinte de la surface interne de la coquille, ne suffit plus, à un certain âge, pour alimenter la respiration de l'embryon : de là l'asphyxie.

» Ainsi donc, un arrêt de développement de l'amnios détermine un arrêt de développement de l'allantoïde, et par suite l'asphyxie de l'embryon. Mais, d'autre part, l'arrêt de développement de l'amnios est la cause principale des exencéphalies, et, d'une manière plus générale, de presque toutes les monstruosités simples. C'est donc la même cause qui, le plus ordinairement, produit un embryon monstrueux, et la condition anatomique qui amènera son asphyxie.

Mais cette association de la modification tératologique de l'embryon avec la modification de l'allantoïde qui doit le faire périr, bien que très

fréquente, n'est pas cependant nécessaire. J'ai indiqué depuis longtemps que ces deux faits devaient pouvoir se produire isolément. Mes prévisions à ce sujet ont été complètement justifiées. J'ai observé plusieurs fois des embryons parfaitement normaux, qui avaient péri par asphyxie par suite d'un arrêt de développement de l'allantoïde. Le fait qui a servi de point de départ à la Note actuelle nous montre un embryon monstrueux avec un développement complet de l'allantoïde. C'est le premier de ce genre que j'aie rencontré dans mes expériences. Il prouve que, même chez les oiseaux, les embryons monstrueux peuvent, très exceptionnellement il est vrai, atteindre l'époque de l'éclosion. Cela dépend de la disparition du pédicule de l'amnios. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la production artificielle de l'inversion viscérale ou hétérotaxie chez des embryons de poulet.* Note de MM. **Hermann Fol** et **St. Warynski**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'analyse des facteurs qui concourent à la production des phénomènes embryogéniques peut être abordée de deux côtés différents : par l'observation du développement des diverses espèces animales comparées entre elles et par l'expérimentation. C'est dans la première catégorie que nous sommes portés à classer les essais que l'on a tentés pour modifier le cours normal du développement, en soumettant les œufs ou les larves à certaines influences physiques générales. En procédant ainsi, on ne parvient pas à démêler le mode d'action de l'agent modificateur ni l'enchaînement de son action avec la déviation qui en résulte.

» C'est pour éviter ces graves inconvénients de la méthode d'observation que nous avons entrepris une longue série d'expériences directes sur des embryons de poulet. Valentin et Leuckart sont les seuls, à notre connaissance, qui soient entrés dans cette voie avant nous, et les résultats obtenus n'ont pas été de nature à engager d'autres chercheurs à les suivre. Nous sommes parvenus à surmonter les difficultés d'ordre pratique et à continuer pendant plusieurs jours l'incubation d'embryons de poulet après les avoir soumis à une lésion chirurgicale parfaitement déterminée. Notre manuel opératoire le plus habituel a consisté à trépaner la coquille d'un œuf déjà couvé pendant un, deux ou plusieurs jours, à produire une lésion parfaitement déterminée à l'aide du thermocautère et à continuer l'incubation pendant un temps plus ou moins long, après avoir naturellement refermé la coquille avec le plus grand soin. Pour les détails des pré-

cautions à prendre, nous renvoyons au Mémoire complet qui est en voie de publication.

» Parmi les questions que notre méthode nous a permis de résoudre, l'une des plus intéressantes, sans contredit, est celle de l'origine du renversement de position de ceux des organes qui s'écartent de la symétrie bilatérale. M. Dareste est le seul, à notre connaissance, qui se soit attaqué avant nous à ce problème. Ce tératologiste distingué considère, comme fait initial de l'hétérotaxie, le changement de position de l'anse cardiaque qui fait saillie au delà du bord de l'embryon du côté gauche, au lieu de ressortir du côté droit; mais il ne va pas jusqu'à prendre ce fait pour la cause première de la déviation. L'un de nous, jugeant par analogie avec les embryons enroulés des Mollusques, était tenté d'attribuer le défaut de symétrie, non pas à tel ou tel organe en particulier, ce qui n'aurait fait que reculer la difficulté, mais à une croissance des tissus plus rapide dans toute la moitié gauche du corps de l'embryon que dans la moitié droite. Pour vérifier cette hypothèse, nous ne pouvions pas accélérer l'activité formatrice des tissus du côté droit, mais nous pouvions ralentir celle du côté gauche; c'est ce que nous avons obtenu en soumettant l'aire embryonnaire de ce côté à une température élevée, quoique trop basse encore pour mortifier les tissus. Si l'on présente, pendant une minute ou deux, l'instrument incandescent dans le voisinage immédiat de la partie qu'il s'agit de modifier, mais sans la toucher en aucune façon, le résultat devient très frappant lorsque l'embryon est très avancé en âge. En opérant de la sorte sur la moitié gauche de l'aire pellucide d'un embryon de quarante-huit heures, et poussant ensuite l'incubation pendant deux ou trois jours, nous avons obtenu des embryons qui, sauf l'hétérotaxie, semblaient parfaitement normaux. L'embryon était couché sur son plan droit et l'anse cardiaque se montrait à gauche. Néanmoins, l'étude anatomique de cet embryon, faite à l'aide des séries de coupes, nous apprit que l'hétérotaxie du cœur n'est que secondaire. Il n'est pas renversé, il n'est que déjeté. Pour obtenir le renversement véritable, non seulement du corps et du tube digestif, mais encore du cœur, il faut s'adresser à des embryons de moins de trente-six heures, et pousser l'action du cautère jusque sur les côtés de l'extrémité antérieure de l'embryon, de façon à atteindre la moitié gauche du blastème du cœur. Dans ces conditions, l'hétérotaxie est complète. Les résultats de cette expérience sont parfaitement nets et concluants, car, sur plus de cent embryons soumis aux lésions les plus diverses, aucun n'a pré-

senté cette anomalie, à moins que la lésion ne fût précisément de nature à occasionner un ralentissement du développement du côté gauche.

» De tous ces faits, nous tirons la conclusion que le passage normal de la stricte symétrie primitive à l'asymétrie partielle du vertébré allantoïdien adulte doit être attribuée, non pas à la déviation de tel ou tel organe spécial, qui entraînerait un changement de position des autres parties, mais bien à une inégalité générale et très précoce de développement, à laquelle échappent seulement les systèmes d'organes qui conservent une symétrie parfaite pendant toute la durée de l'existence. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur la blastogénèse et sur la génération alternante chez les Salpes et les Pyrosomes.* Note de M. L. **Joliet**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dès 1868, Kowalewsky traçait avec précision les grands traits du développement blastogénétique des Salpes.

» Pour lui, le stolon se compose, comme chez les Pyrosomes, de deux tubes emboîtés, prolongeant l'ectoderme et l'endoderme du parent. Dans l'espace libre compris entre eux courent quatre cordons : deux latéraux dérivés du cloaque; deux médians, l'un inférieur, l'autre supérieur, dérivés de deux amas de cellules mésodermiques. D'après le même auteur, la peau, le tube branchio-intestinal, le cloaque de chacun des Salpes agrégés dérivent des parties correspondantes du stolon et, par conséquent, du parent; le système nerveux et les organes génitaux, formés aux dépens des cordons médians, résultent du développement de deux groupes de cellules mésodermiques.

» Depuis cet exposé si précis, trois Mémoires principaux ont paru sur le même sujet; ils ont remis en question tout le problème du bourgeonnement et des générations alternantes.

D'après Salensky, en effet, le tube interne, aussi bien que les cordons latéraux, n'ont qu'un rôle transitoire : ces derniers dériveraient du péricarde, et l'intestin se formerait aux dépens du cordon inférieur.

» Brooks rend au cordon génital et au tube endodermique leur véritable rôle; mais il ne reconnaît pas chez les Salpes une véritable génération alternante. Des œufs étant visibles dans le cordon génital du stolon avant que les différents individus de la chaîne soient distincts, il en conclut que la forme dite agame est une femelle produisant par bour-

geonnement, non des hermaphrodites, mais des mâles incubateurs, renfermant chacun un œuf.

» Todaro méconnaît le fait de la distinction originelle des quatre cordons mésodermiques; il décrit une couche moyenne homogène qui, dérivant d'un germoblaste, formerait, à l'exclusion des tubes endodermique et ectodermique, le corps entier du bourgeon. Comme le germoblaste est pour lui l'équivalent de l'œuf lui-même, les individus agrégés qui en dérivent seraient non plus les fils, mais les frères puînés de l'individu solitaire, et il n'y aurait chez les Salpes ni génération alternante, ni bourgeonnement véritable.

» Mes observations me permettent de confirmer, en les complétant, les énoncés de Kowalewsky; elles m'obligent aussi à défendre l'ancienne théorie du bourgeonnement et des générations alternantes.

» Si, sur un très jeune embryon solitaire de *Salpa democratica mucronata*, on examine le point germinatif, on voit un épaississement de l'ectoderme, contre lequel vient buter intérieurement un diverticulum de l'endoderme du parent. En avant, du côté du placenta, se trouve un petit amas transparent de cellules mésodermiques, origine du cordon neural; en arrière, du côté de l'éléoblaste, un autre plus volumineux, origine du cordon génital; enfin, de chaque côté, un épaississement se rattache directement par un long pédoncule aux plaques latérales destinées à former les muscles de l'embryon solitaire : ce sont les rudiments des cordons latéraux. Leur connexion avec les plaques musculaires est à l'origine très nette; plus tard, les attaches se rompent, reviennent sur elles-mêmes, et il n'est plus possible d'en rien distinguer. En ce point seulement, mes observations sont en désaccord avec celles de Kowalewsky, qui fait dériver les cordons latéraux du cloaque du parent; les cordons latéraux, au moins dans le *Salpa democratica,* ne dérivent ni du cloaque, ni du péricarde, mais des plaques musculaires. Sur la section d'un jeune stolon, les cordons latéraux se montrent comme deux amas cellulaires homogènes; plus tard, chacun d'eux se dédouble en un cordon creux cloacal et un amas de cellules mésodermiques. Ces cellules se multiplient beaucoup et forment les plaques latérales ou musculaires des bourgeons. De même, chaque segment du tube cloacal donne naissance directement au cloaque de chaque bourgeon. Quant au tube central endodermique, Brooks a raison quand il décrit les poches qu'il émet de chaque côté et qui servent d'origine au tube branchio-intestinal des bourgeons. Ces poches, enveloppées et souvent masquées

par les plaques musculaires, n'en sont pas moins reconnaissables sur des sections convenablement pratiquées.

» Chez les Salpes, comme chez les Pyrosomes, l'endoderme, l'ectoderme et le mésoderme du bourgeon dérivent donc des feuillets correspondants du parent et servent à former les mêmes organes.

» Quant aux opinions de Brooks, j'ai de très fortes raisons de croire que le cordon génital ou inférieur du stolon ne sert pas d'origine seulement aux œufs ou éléments femelles qui se voient dans le Salpe agrégé, mais encore aux zoospermes; si donc on voit dans ce cordon une glande sexuelle, ce ne sera pas une glande femelle, mais une glande hermaphrodite. Il s'ensuit que le Salpe solitaire ne sera pas une forme femelle, mais une forme hermaphrodite.

» En outre, Brooks a tort de croire que les œufs avec vésicule et tache germinative qu'on observe dans les jeunes bourgeons déjà ébauchés sont de véritables œufs. Dans chaque bourgeon de Salpe ou de Pyrosome, il existe à un certain moment un seul de ces corps; on le voit antérieurement à toute fécondation se diviser plusieurs fois. Un seul des segments devient l'œuf définitif; quant aux autres, ils constituent un amas de cellules déjà observé dans les Salpes par Leuckart, qui n'en avait pas connu l'origine, et destiné à former les parois propres de l'oviducte et du follicule. Il n'y a donc plus lieu de s'étonner, comme on l'a fait souvent au sujet des Salpes et des Pyrosomes, de voir l'œuf précéder en développement l'individu qui doit le porter; ce corps, qui par ses dimensions et sa constitution présente cependant tous les caractères d'un œuf, n'est pas un œuf définitif, mais un de ces corps que les Anglais appellent *germinal cell* et les Allemands *urei*, et qu'il serait utile de désigner dans notre langue sous le nom de *proovum*.

» En résumé, le bourgeonnement des Salpes est un véritable bourgeonnement, mais rendu particulièrement complexe par ce fait que des organes déjà différenciés y prennent part chacun pour son compte.

» La forme solitaire considérée jusqu'ici comme agame n'est point une femelle; elle ne contient pas un ovaire; elle ne contient pas non plus une glande hermaphrodite, mais tout au plus l'ébauche, les rudiments d'une telle glande; elle mérite donc bien la dénomination de forme agame.

» Pour éviter toute équivoque, il sera bon de définir le sens qu'on doit attacher à ce terme.

» La forme agame souche est celle qui, produite par voie sexuée et possédant un tissu sexuel, soit non encore différencié et simplement en puis-

sance, soit déjà différencié et reconnaissable, *mais étant incapable de le conduire au terme de son évolution,* le confie pour cet objet à une ou plusieurs formes successives et dont la dernière au moins est sexuée.

» Cette formule s'applique aux Salpes, aux Pyrosomes, chez lesquels le troisième bourgeon seulement est capable de se reproduire, aux Doliolum, aux Ascidies composées qui peuvent présenter des processus encore plus complexes, enfin à plusieurs autres formes animales. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la localisation des virus dans les plaies et sur leur mode de dissémination dans l'organisme.* Mémoire de M. G. **Colin**, présenté par M. Gosselin. (Extrait par l'auteur.)

« En résumé, les matières virulentes introduites dans les plaies s'y divisent en trois parts qui peuvent être très inégales. L'une d'elles s'attache aux tissus de ces plaies, à certains de leurs éléments anatomiques et aux liquides dont ils sont imprégnés; elle s'y fixe momentanément et parfois d'une manière définitive. Celle-là donne lieu à la pustule vaccinale, à la pustule maligne, à l'ulcération morveuse ou farcineuse, etc. Elle établit sur place un foyer dans lequel elle se conserve pour se régénérer ou pour se détruire à la longue.

» La seconde fraction du virus inséré dans la solution de continuité se répand par simple diffusion, indépendamment de toute absorption proprement dite, dans le tissu cellulaire environnant, sur une zone plus ou moins étendue suivant l'état anatomique des parties lésées. Elle peut y demeurer longtemps sans perdre ses propriétés. C'est elle qui donne lieu à l'œdème charbonneux, à certains œdèmes septiques survenant après des opérations graves, aux phlegmons, à l'érysipèle, car, à un moment donné, l'expérimentateur la retrouve soit intacte, soit régénérée et jouissant de toute l'activité qu'elle possédait lors de son insertion.

» La troisième part de la matière virulente qui entre dans les voies de l'absorption se subdivise en deux fractions au moment même où elle est saisie. Celle que les vaisseaux sanguins prennent est nécessairement emportée à grande vitesse dans l'ensemble de l'organisme. Au contraire, la fraction admise dans les lymphatiques s'y déplace lentement, stagne dans les réseaux qu'elle irrite, s'arrête et s'accumule dans les ganglions, où elle crée de nouveaux foyers aptes à la conserver et à la régénérer, foyers qui jouent souvent un grand rôle dans le développement des accidents consécutifs aux inoculations.

» Les proportions suivant lesquelles le partage des matières virulentes s'effectue sont subordonnées surtout aux propriétés physiques de ces matières et à l'état des tissus qui les reçoivent. D'une part les liquides visqueux, comme la salive, les mucosités diverses, les produits coagulables, caséeux, même certains liquides albumineux demeurent longtemps et en quantité considérable dans les plaies où il est facile de les détruire. D'autre part, les liquides non visqueux, très diffusibles, se répandent si aisément dans le tissu cellulaire et passent si vite dans les divers ordres de vaisseaux que leur dissémination s'opère en quelques instants. Celle-ci est ralentie si les tissus où le dépôt a lieu sont denses, pauvres en éléments conjonctifs et en vaisseaux. Elle atteint son maximum de rapidité, comme Fontana l'a très bien vu pour le venin de la vipère, s'ils sont très vasculaires, et d'autant mieux qu'une partie de la matière virulente pénètre directement dans de nombreuses solutions des vaisseaux.

» Une fois les agents virulents fractionnés et localisés, chacune de leurs parts a, dans son foyer, sa manière de se comporter. Si, sur les sujets dépourvus de ce qu'on appelle la *réceptivité*, toutes les fractions du virus perdent vite leur activité et se détruisent, sur les autres, jouissant de l'aptitude à contracter, quelques-unes de ces fractions ou toutes ensemble, suivant que l'un des foyers ou tous les foyers offrent un terrain favorable, se régénèrent et pullulent. Pour le virus charbonneux le foyer est celui de la plaie sur le chien; c'est le tissu cellulaire environnant la plaie sur les oiseaux; ce sont, de plus, les ganglions chez d'autres et tous les foyers ensemble sur les animaux tels que le lapin et la plupart des herbivores.

» Pour un certain nombre de virus, le claveleux, par exemple, la régénération virulente dans un seul foyer, même très petit, comme celui d'une piqûre, suffit à produire ultérieurement une auto-inoculation traduite par une éruption pustuleuse généralisée. L'étude attentive de ces modes de localisation et de reproduction des virus est donc intéressante au point de vue de la pathogénie, puisqu'elle permet de rendre compte des formes variées des maladies virulentes et des singularités de leur évolution.

» Les faits qui se rattachent à la répartition et à l'enlèvement des matières virulentes montrent que les cautérisations, pour être efficaces, doivent être plus ou moins promptes suivant les cas et atteindre non seulement la totalité du produit déposé dans la plaie, mais encore les parties virulentes déjà engagées dans l'épaisseur des lèvres de la solution ou entraînées dans les tissus voisins. La diffusion de la matière virulente dans le tissu cellulaire à une grande distance des plaies, la création de foyers ganglion-

naires simples ou multiples dans lesquels cette matière se conserve et se régénère expliquent pourquoi les cautérisations tardives sont le plus souvent impuissantes à conjurer les effets des inoculations. Toutefois ces cautérisations tardives ne doivent pas être négligées, car elles peuvent détruire simultanément les particules virulentes encore retenues dans les anfractuosités des plaies ou infiltrées dans les lèvres de celles-ci. En outre, elles donnent lieu à une irritation vive des tissus, souvent à un travail de suppuration qui, l'un et l'autre, sont de nature à mettre obstacle à la régénération du virus conservé au foyer d'insertion. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Etude expérimentale des lésions de la moelle épinière, déterminées par l'hémisection de cet organe* (1). Note de M. **E.-A. Homén**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une publication relative à la dégénération secondaire du bulbe et de la moelle épinière (2), basée sur l'examen de huit cas de dégénération secondaire de ces organes chez l'homme, recueillis par M. C. Friedlaender et mis, par lui, à ma disposition, j'ai montré que ce n'est pas, comme on le croit généralement, dans la myéline qu'on peut trouver les premières altérations, mais dans les cylindres-axes; que ceux-ci sont, par conséquent, le point de départ ou d'origine de la dégénération. Dans le but d'étudier expérimentalement ce point, j'ai entrepris les recherches dont ceci est le résumé.

» Quatorze chiens adultes ont été opérés. Le plus souvent le rachis a été ouvert et la moitié de la moelle environ a été coupée dans la région des dernières vertèbres dorsales avec un bistouri approprié.

» J'ai préféré recourir à l'hémisection, afin de pouvoir toujours, lors de l'examen histologique ultérieur, comparer le côté opéré avec l'autre côté. Les animaux ont vécu de deux jusqu'à vingt-neuf jours; les limites du temps que je pouvais consacrer à cette étude ne m'ont pas permis, quant à présent, de prolonger les expériences. Les moelles ont été durcies dans le bichromate d'ammoniaque, puis dans l'acide chromique et enfin transportées dans l'alcool. Pendant la vie, on a principalement observé la motilité et la sensibilité, celle-ci par pincement, par pression et par irritation fara-

(1) Travail des laboratoires de M. Vulpian et de M. Ranvier.

(2) Dans *Virchow's Archiv*, Band 88 (1882), et dans *Finska Läkaresällskapets Handlingar*, Band 24 (1882).

dique entre les orteils. En général, les troubles de la motilité ont été plus marqués dans les premiers jours après l'opération; peu à peu, en effet, ces troubles se sont le plus souvent atténués progressivement. Ces troubles du début sont sans doute le résultat de la commotion de la moelle, comme l'a pensé M. Vulpian ([1]). La différence dans le degré de sensibilité est, en général, difficile à observer; ainsi il ne semblait pas exister une différence évidente entre les deux côtés quand la section était bornée à un côté de la moelle. Quand la section dépassait la ligne médiane, la sensibilité du côté sain paraissait notablement diminuée.

» Quant aux faits histologiques, il faut distinguer l'inflammation ou dégénération traumatique étendue à environ $0^m,1$ des deux côtés de la plaie et la dégénération secondaire proprement dite, comme Schiefferdecker l'a constaté. Les coupes ont été faites dans la région même de la plaie, le plus souvent longitudinalement, pour juger mieux de l'étendue de la section. Dans les autres régions de la moelle, les coupes ont, en général, été faites transversalement.

» Quant à la dégénération traumatique, j'ai constaté les faits reconnus par tous les auteurs : des lacunes, contenant souvent des blocs vitreux, un peu luisants, qui ne se colorent pas par les réactifs; disparition, gonflement des cylindres-axes; augmentation des noyaux, etc. En outre, j'ai rencontré, surtout dans les cas de date récente, dans les coupes transversales, des masses généralement rondes, presque homogènes, un peu jaunâtres, atteignant jusqu'à 40^{μ} en diamètre. Dans les coupes longitudinales elles avaient pour la plupart une forme ovale, souvent avec un prolongement distinct. Elles se coloraient avec le bleu d'aniline et le picrocarminate comme les cylindres-axes, et alors on pouvait souvent voir nettement leurs prolongements se continuer dans un cylindre-axe, qui bientôt reprenait sa grosseur normale. Les masses, produites par les cylindres-axes, doivent vraisemblablement être considérées comme le résultat de la dégénération traumatique.

» Pour étudier la dégénération secondaire, les coupes ont été faites, en général, à $0^m,01$ à $0^m,02$ au-dessus et au-dessous du point de la section, dans toutes les parties de la moelle dorsale, dans les renflements cervical et lombaire et dans la partie supérieure de la moelle cervicale. La recherche des corps granuleux a été faite sur des pièces à l'état frais et sur les pièces durcies dans l'acide osmique. Le résultat a toujours été négatif. La topo-

([1]) *Maladies du système nerveux*, p. 48.

graphie des altérations correspond à la description donnée par M. Schieffer-decker [1], à quelques détails près. Chez les animaux qui ont vécu deux à trois jours, aucune altération n'a été constatée. Les auteurs fixent à environ deux semaines le temps nécessaire pour la production d'une dégénération secondaire chez les chiens adultes. Sur un animal qui avait vécu sept jours et chez lequel la section avait à peine touché le cordon postérieur, on pouvait constater du côté opéré, au-dessus de la plaie médullaire, une zone étroite, occupant la partie postérieure périphérique du cordon latéral, laquelle était incontestablement altérée.

» L'altération, plus prononcée dans la moelle dorsale, se trouvait encore dans la partie supérieure de la moelle cervicale. En bas, on pouvait la suivre jusqu'au renflement lombaire, dans la partie antéro-interne périphérique du cordon antérieur [2]. Dans le cordon latéral, elle n'est pas si apparente. Elle offre les caractères suivants :

» Dans un certain nombre de tubes dont quelques-uns semblent être un peu élargis, les cylindres-axes sont peu apparents. Dans les préparations colorées, ces cylindres-axes sont peu ou pas colorés. Quelquefois le cylindre-axe semble un peu grenu et brillant. La myéline est généralement intacte; dans quelques-uns des tubes altérés, la partie de cette gaîne, contiguë au cylindre-axe altéré, est aussi un peu grenue. Dans beaucoup de tubes, on trouve une masse centrale, faiblement colorée, beaucoup plus grande qu'un cylindre-axe ordinaire : dans quelques-uns d'entre eux au moins, elle était formée comme de deux couches concentriques, dont la périphérique était souvent plus faiblement colorée que le centre.

» Un cas de dix et un de onze jours ont présenté les mêmes altérations à un degré plus prononcé. Dans ces cas, les cordons postérieurs ayant été sectionnés, il y a aussi une dégénération ascendante qui s'atténue vers les parties supérieures. Dans deux cas de vingt et un et vingt-trois jours, outre une altération prononcée des tubes, dont quelques-uns semblent avoir disparu, on voit des cellules de la névroglie plus apparentes, comme gonflées et offrant l'aspect des cellules-araignées (Deiters). Quelques fibres de la névroglie semblaient épaissies, sans augmentation appréciable des noyaux.

---

(1) *Ueber Regeneration, Degeneration und Architectur des Rückenmarks* (*Virchow's Archiv*, Band 67; 1876).

(2) Il convient de remarquer ici que je n'ai pas constaté dans tous les cas une altération si bien limitée du cordon antérieur.

Un cas de vingt-neuf jours a permis de constater plus facilement cette dernière altération de la névroglie.

» Si l'on compare les altérations de l'expérience qui a duré sept jours avec celles des expériences qui ont été beaucoup plus prolongées, on voit que, dans le premier cas, il y a des tubes dont les cylindres-axes seulement sont altérés. De plus, on trouve des tubes, dont non seulement le cylindre-axe, mais encore la partie de la myéline qui l'entoure sont altérés également. Dans le second cas, ces altérations sont plus avancées : le tube tout entier peut être dégénéré; de plus, les altérations envahissent la névroglie.

» En un mot, la *dégénération* porte d'abord sur le cylindre-axe ([1]), puis elle *atteint la myéline et enfin elle envahit la névroglie.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'organisation mécanique du grain de pollen.* Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« La structure du grain de pollen a été l'objet de nombreuses études, mais il faut avouer que la plupart des auteurs ont plutôt cherché à collectionner, pour ainsi dire, les formes si variées de ces petits organes, qu'à en découvrir les raisons mécaniques.

» Sorti de l'anthère, le grain de pollen doit, dans l'immense majorité des cas, faire un voyage plus ou moins long dans l'air et même au soleil; arrivé sur le stigmate, il doit absorber une partie du liquide dont cette partie de la fleur est lubrifiée ou imbibée.

» 1. Le grain de pollen est protégé contre une trop grande perte d'eau par la cutisation de l'exine et par l'enduit gras ou cireux dont sa surface est fréquemment recouverte.

» 2. En perdant de l'eau, le grain peut diminuer de volume. Sous ce rapport, on observe une variété surprenante. Dans le cas le plus simple, le grain sphérique gauchit sa surface ou une partie de la surface devient même concave, de convexe qu'elle était d'abord; la membrane élastique tendant à reprendre sa position primitive, occasionne dans l'intérieur du

---

([1]) D'après le résumé (*Centralblatt für die med. Wissenschaften*, n° 16, 1883) d'un travail de M. Kusmin : *Mikroskopische Untersuchung der sek. Degeneration des Rückenmarks* (*Wien. med. Jahrb.*, 1883), cet auteur semble aussi considérer les cylindres-axes comme étant les premiers altérés. Il donne deux semaines comme le temps nécessaire pour provoquer une dégénération secondaire après la section de la moelle.

grain une tension négative qui ajoute sa succion à celle de l'endosmose, au moment où le grain est mis en contact avec une surface humide. Dans les autres cas, la structure du grain de pollen est telle que sa forme reste géométrique, quelle que soit la perte d'eau qu'il subit. Ce résultat est obtenu, en dernière analyse, par deux dispositions différentes : 1° par des fuseaux méridiens en nombre variable sur lesquels la membrane reste molle et s'infléchit; le grain, d'abord sphérique, devient ellipsoïde, et, au moment où les parties cutisées se touchent par leurs bords, la transpiration est considérablement réduite; la faible perte d'eau qui continue à se produire a pour effet d'allonger et d'amincir le grain en même temps qu'elle provoque dans son intérieur la même tension négative dont il vient d'être question; 2° par deux surfaces polaires qui, d'abord convexes, tendent à devenir planes ou concaves, pour revenir à leur position primitive, lorsqu'une partie perméable du grain se trouve en contact avec une surface humide.

» 3. La membrane du grain présente une ou plusieurs places perméables (pores) qui lui permettent d'absorber l'eau nécessaire à la germination, et ces pores sont disposés de telle manière que, dans quelque position que le grain tombe sur le stigmate, au moins un de ces pores est en contact avec la membrane humide des papilles stigmatiques. Cette dernière condition n'est pas toujours remplie; on sait, en effet, qu'il y a des grains de pollen sphériques avec un seul pore. Mais les chances d'insuccès sont contrebalancées soit par l'auto-fécondation, soit par l'abondance du pollen. Dans les grains les plus perfectionnés, ellipsoïdes à trois plis longitudinaux, les pores sont cachés au fond des plis; ils ne peuvent plus contribuer à la déperdition de l'eau. Le grain tombe ordinairement sur le côté, de manière à présenter au stigmate un ou deux pores, ou bien il s'engage verticalement entre les papilles stigmatiques. Lorsque le grain de pollen est plus volumineux, le nombre des plis ou des pores augmente (ex. : *Acanthacées*). On conçoit que ce nombre, dépendant en partie du volume du grain, ne puisse pas être considéré comme un caractère d'une valeur taxinomique bien grande : ainsi, j'ai trouvé des *Hieracium* dont le pollen a trois pores, d'autres à quatre pores, d'autres enfin qui contenaient dans la même anthère des grains à trois et à quatre pores.

» 4. La disposition des pointes, des lames, des réseaux qui ornent la surface du grain de pollen ne paraît pas dépendre du mode de développement du grain; elle semble obéir uniquement à une loi géométrique qui ne serait autre que la phyllotaxie étendue à tous les organes saillants de la

plante (poils, perles cuticulaires sur les poils) et à la loi d'économie (pour les réseaux).

Rien n'est plus facile que d'expliquer ainsi la forme si compliquée du grain de pollen des Chicoracées, par exemple. Ces grains ellipsoïdes sont recouverts de bandes normales à la surface, qui décrivent un réseau d'une régularité parfaite. H. von Mohl a déjà trouvé que ce polyèdre est limité par quinze faces. Je ne puis que confirmer ce fait, tout en faisant observer qu'il y en a fréquemment à vingt et une faces. Si le grain était complètement sphérique, ce polyèdre serait un dodécaèdre pentagonal, mais, comme il est un peu ellipsoïde, le réseau hexagonal économique pour les surfaces cylindriques se combine avec le réseau pentagonal. Dans le cas le plus simple (*Scolynues*), on observe sur l'équateur trois faces hexagonales portant les pores, les douze autres faces étant pentagonales. On peut se faire une idée très exacte de ce corps irrégulier en plaçant un dodécaèdre pentagonal sur un de ses angles trièdres et en le découpant en deux parties suivant les arêtes les plus rapprochées de l'équateur; la partie supérieure étant soulevée verticalement, on la fait tourner d'un sixième de circonférence, de manière à placer les arêtes horizontales les plus basses de la moitié supérieure sur les arêtes horizontales les plus élevées de la partie inférieure : il naît ainsi trois vides de contour hexagonal, mais dont les arêtes ne sont pas dans le même plan; une légère troncature par trois plans verticaux redresse cette irrégularité en altérant la régularité des pentagones environnants.

» Il est évident que le nombre des faces hexagonales sera d'autant plus grand que le grain se rapprochera davantage de la forme cylindrique. Ainsi, dans les *Sonchus, Helminthia, Lactuca*, etc., le grain de pollen est un corps à vingt et une faces, dont trois hexagonales avec pores, six hexagonales sans pores et douze pentagonales. »

M. Marey présente à l'Académie, de la part de M. *Eduardo Abreu*, une « Notice sur la vie et les travaux du professeur da Costa Simoïdes, de Coïmbre ». Cette Notice a été lue en séance académique solennelle et offerte en hommage au savant et sympathique professeur le 24 février 1883.

M. Ant. Pinot rappelle, à propos d'une récente Communication de MM. *Delattre*, un essai déjà tenté pour utiliser les eaux de désuintage. (Extrait.)

« Il y a cinquante ans environ, M. Houzeau-Muiron, pharmacien à

Reims, en avait obtenu du gaz au moyen duquel la ville de Reims était éclairée. Depuis, l'usine de M. Houzeau a été supplantée par la distillation de la houille. Les eaux de désuintage sont devenues de nouveau pour Reims une source d'insalubrité, insalubrité transmise dans toute la vallée par la rivière de Vesles. »

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mai 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CIV. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Edm. Paris. *Le Musée de Marine du Louvre. Histoire, description, construction, statistique des navires à rames et à voiles.* Paris, J. Rothschild, 1883; in-f°.

Chimie théorique et pratique des industries du sucre; par H. Leplay; t. I. Paris, Baudoin, 1883; in-8°.

Le Havre considéré sous le rapport de la démographie et de la constitution médicales en 1880 *et* 1881; *par* le Dr Ad. Lecadre. Paris, J.-B. Baillière, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

De l'application du sphygmographe à l'étude de la bronchite chronique; par le Dr Lahillonne. Paris, Germer-Baillière, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité de la vaccine et de la vaccination humaine et animale; par le Dr E. Warlemont. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

L'Ecole pratique de Physique. Cours de manipulations de Physique, préparatoire à la licence; par M. A. Witz. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°.

Cours de Physique; par J. Violle; t. I: *Physique moléculaire,* Ire Partie. Paris, G. Masson, 1883; in-8°.

Traité d'hygiène rurale suivi des premiers secours en cas d'accidents; par H. George. Paris, Librairie agricole, 1883; in-12.

Leçons élémentaires d'hygiène; par H. GEORGE. 5e édition. Paris, Delalain, 1883; in-12. (Présenté par M. Pasteur.)

Etude sur le climat de l'Algérie, température, pression barométrique et pluie; par M. A. ANGOT. Paris, 1883; in-4°. (Extrait des *Annales du Bureau Central météorologique.*) (Présenté par M. Mascart.)

Traité de Zoologie; par CLAUS. Deuxième édition française, traduite de l'allemand sur la 4e édition par G. MOQUIN-TANDON. VIe fascicule (p. 801 à 960). Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels; par J. POST, traduit de l'allemand par L. GAUTIER et P. KIENLEN, Ier fascicule (p. 1 à 160). Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le prof. Dr BREDICHIN; vol. IX, liv. I. Moscou, Lang, 1883; in-4°.

Notizie sulla vita e sulle opere di Raffaele Piria, raccolte da A. COSSA. Torino, E. Loescher, 1883; in-4°. (Présenté par M. Wurtz.)

ERRATA.

(Séance du 25 septembre 1882).

Page 562, ligne 5, *au lieu de* comme des baïonnettes, *lisez* qui le hérissent.

Page 562, ligne 17, *au lieu de* complet, *lisez* étoilé.

En effet, l'icosaèdre complet a *huit* enceintes, *une de plus* que l'icosaèdre régulier découvert par Poinsot.

(Séance du 28 mai 1883).

La *note* qui se trouve au bas de la page 1573 se rapporte à la ligne 12 de cette même page, après le mot « conséquence ». Le signe de renvoi ([1]) a été omis.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUIN 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés d'une forme binaire du huitième ordre.* Note de M. F. BRIOSCHI.

« Les propriétés des formes binaires $f(x_1, x_2)$ des ordres quatrième, sixième, douzième, pour lesquelles le covariant

$$g_2 = \frac{1}{2}(ff)_4$$

est identiquement nul, sont connues d'après les travaux de MM. Schwarz, Fuchs, Klein, Jordan, Halphen, Cayley et les miens.

» Dans cette Communication, je vais considérer le cas de la forme binaire f du huitième ordre pour laquelle

$$g_2 = mf,$$

m étant une constante. Une forme binaire qui jouit de cette propriété peut s'exprimer de la manière suivante :

$$f = x_1 x_2 \left(x_1^6 + \tfrac{7}{4}\sqrt{2}.x_1^3 x_2^3 - x_2^6\right),$$

et l'on a

$$g_2 = -\frac{3\sqrt{2}}{5.4^2} f.$$

» Soient h, k les deux covariants de la forme f des ordres douzième, dix-huitième :

$$h = \tfrac{1}{2}(ff)_2, \quad k = 2(fh);$$

on aura

$$8^2 h = -\left[(x_1^6 - x_2^6)^2 - 10\sqrt{2}.x_1^3 x_2^3 (x_1^6 - x_2^6) + 50 x_1^6 x_2^6\right],$$

$$4.8^2 k = x_1^{18} + x_2^{18} + 17\sqrt{2}.x_1^3 x_2^3 (x_1^{12} - x_2^{12}) - 221 x_1^6 x_2^6 (x_1^6 + x_2^6).$$

L'élimination de x_1, x_2 de f, h, k donne entre ces trois formes la relation identique

$$(1) \qquad k^2 + 4h^3 + \frac{\sqrt{2}}{4^2} h f^3 = 0,$$

et, en posant $x_1 x_2 = \frac{1}{3} 2^{\frac{3}{8}} f^{\frac{1}{4}} y$, l'élimination de $x_1^6 - x_2^6$ de f, h conduit à l'équation

$$(2) \qquad (y^4 - 3)^2 + 8^2 . 2^{\frac{3}{4}} \frac{h}{f\sqrt{f}} y^2 = 0.$$

» Or, en introduisant une nouvelle variable x liée au rapport $\frac{x_1}{x_2}$ par la relation

$$(3) \qquad \begin{cases} x = -32\sqrt{2}\dfrac{h^3}{f^3}, \\ \text{on déduira d'abord de l'équation (1)} \\ 1 - x = -8\sqrt{2}\dfrac{k^2}{hf^3}, \end{cases}$$

et l'équation (2) prendra l'une ou l'autre des formes suivantes :

$$(4) \qquad x = -\frac{1}{4^4}\frac{(y^4-3)^4}{y^4}, \quad 1 - x = \frac{1}{4^4}\frac{(y^4+1)^2 \mathrm{P}}{y^4},$$

en faisant

$$\mathrm{P} = y^8 - 14 y^4 + 81.$$

» Ces dernières équations donnent

$$\frac{dx}{dy} = -\frac{3}{4^3 . y^5}(y^4 - 3)^3 (y^4 + 1);$$

par conséquent, si l'on pose

$$p = \frac{1}{4}\frac{3 - 5x}{x(1-x)},$$

on aura, pour les mêmes relations (4),

$$e^{\int p\,dx}.y' = -\frac{1}{3.4^2}\sqrt{i\mathrm{P}},$$

où $y' = \frac{dy}{dx}$, $i = \sqrt{-1}$. Une première différentiation logarithmique de celle-ci conduit à l'équation suivante :

$$y'' + py' = \frac{1}{2\mathrm{P}}\frac{d\mathrm{P}}{dy}y'^2,$$

laquelle différentiée de nouveau, et en ajoutant au résultat cette dernière multipliée par $2p$, donne

$$y''' + 3py'' + (p' + 2p^2)y' = \frac{1}{2\mathrm{P}}\frac{d^2\mathrm{P}}{dy^2}y'^3 = 28\frac{y^2(y^4-3)}{\mathrm{P}}y'^3.$$

» Je pose en second lieu

$$q = -\frac{7}{3^3.4^3}\frac{1}{x(1-x)};$$

on déduira des relations précédentes que

$$q = -\frac{7}{4}\frac{(y^4-3)^2}{y^2\mathrm{P}}y'^2$$

et aussi

$$q' + 2pq = -\frac{21}{2}\frac{(y^4-3)(y^4+1)}{y^3\mathrm{P}}y'^3$$

et, en conséquence,

$$y''' + 3py'' + (p' + 2p^2 + 4q)y' + 2(q' + 2pq)y = 0.$$

Cette équation différentielle démontre que, en indiquant par v_1, v_2 deux intégrales fondamentales de l'équation différentielle linéaire du second ordre

(5) $$v'' + pv' + qv = 0,$$

on a $y = v_1 v_2$.

» Pour déterminer les valeurs des intégrales v_1, v_2, je transforme la dernière équation différentielle en prenant y comme variable principale ; on obtient

$$\frac{d^2v}{dy^2} + \frac{1}{2\mathrm{P}}\frac{d\mathrm{P}}{dy}\frac{dv}{dy} - \frac{7}{4}\frac{(y^4-3)^2}{y^2\mathrm{P}}v = 0,$$

laquelle donne très facilement

$$v_1 = \frac{1}{2^{\frac{5}{12}}} \frac{(9\sqrt{P} - 7y^4 + 81)^{\frac{1}{6}}}{y^{\frac{1}{6}}}, \quad v_2 = \frac{1}{2^{\frac{5}{12}}} \frac{(9\sqrt{P} + 7y^4 - 81)^{\frac{1}{6}}}{y^{\frac{1}{6}}}.$$

On a ainsi

$$v_1^6 - v_2^6 = -\frac{\sqrt{2}}{4y}(7y^4 - 81)$$

et, par conséquent,

$$v_1 v_2 \left(v_1^6 + \frac{7\sqrt{2}}{4} v_1^3 v_2^3 - v_2^6 \right) = \frac{3^4}{4}\sqrt{2}.$$

Si l'on se rappelle maintenant la valeur du produit $x_1 x_2$, on voit tout de suite qu'on peut poser $v_1 = x_1$, $v_2 = x_2$, c'est-à-dire que, les x_1, x_2 étant deux intégrales fondamentales de l'équation différentielle du second ordre (5), on a, dans ce cas, pour f, h, k les valeurs suivantes :

$$f(x_1, x_2) = \frac{3^4}{4}\sqrt{2}, \quad h(x_1, x_2) = \frac{3^6}{2.4^2}\sqrt{-x},$$

$$k(x_1, x_2) = \frac{3^3\sqrt{2}}{2.4^3}\sqrt{x-1}\sqrt[4]{-x}.$$

La forme binaire du huitième ordre pour laquelle $g_2 = mf$ jouit donc de propriétés analogues à celles relatives aux formes des quatrième, sixième, douzième ordres déjà considérées. Il y a pourtant une différence caractéristique, parce que, pour l'équation différentielle (5), deux des trois éléments α, β, γ de la série hypergéométrique sont irrationnels. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De l'homogénéité des formules.* Note de M. A. LEDIEU.

« I. Le principe de l'*homogénéité* des formules a été traité plus ou moins *in extenso* par un grand nombre d'auteurs ([1]).

» L'emploi des unités absolues en Électricité est venu donner une importance particulière à l'exacte interprétation de ce principe, et aux conséquences qu'il est vraiment licite d'en tirer. Du même coup, l'attention a été portée sur la *similitude* et la *cohérence* des formules, en raison de la connexion immédiate de ces propriétés avec l'homogénéité.

([1]) POISSON, *Mémoires de l'Institut*, t. I; LEGENDRE, *Premières éditions de Géométrie*; FOURIER, *Théorie analytique de la chaleur*; CIRODE, BRIOT et BOUQUET, *Géométrie analytique*; BERTRAND, *Cours d'Analyse de l'École Polytechnique* et *Comptes rendus* du 1er semestre 1878; LAURENT, *Cours de Mécanique*, etc.

» Je crois utile d'exposer quelques considérations nouvelles sur l'ensemble de la question.

» II. Toute relation mathématique entre des données objectives quelconques ne doit évidemment contenir que des rapports formés chacun de deux grandeurs d'une même espèce; en d'autres termes, cette relation ne doit renfermer que des quantités *abstraites*. Pour satisfaire à cette condition, on mesure toutes les grandeurs d'une même espèce, L par exemple, au moyen de l'une d'elles [L] prise pour unité. Puis, afin de simplifier l'expression algébrique des formules, on convient que les rapports $\frac{L}{[L]}, \frac{L'}{[L]}, \cdots$ seront remplacés par les simples lettres L, L', ..., représentatives des grandeurs objectives de l'espèce. Les formules ont alors une forme *explicitement* concrète; mais *implicitement* elles conservent leur caractère abstrait.

» Considérons d'abord une relation ne renfermant qu'une espèce de grandeurs, et telle que

$$(1) \qquad F(L, L', L'', \ldots) = 0.$$

» La relation est dite *homogène* quand elle conduit à l'équation

$$(2) \qquad F(\lambda L, \lambda L', \lambda L'', \ldots) = 0,$$

λ étant un coefficient arbitraire.

» Numériquement parlant, l'équation (2) n'est autre que l'équation (1) avec l'unité [L] devenue λ fois plus petite. Dans tous les cas, elle se trouve satisfaite, si l'on a

$$(3) \qquad F(\lambda L, \lambda L', \lambda L'', \ldots) = \lambda^n \times F(L, L', L'', \ldots).$$

La condition (3) est *suffisante* et *nécessaire* pour l'homogénéité de l'équation (1).

» III. Quand, dans une relation, les grandeurs qui y figurent sont de différentes espèces, L, T, S, i, e, ..., elle prend la forme adéquate

$$(4) \qquad F\left(\frac{L}{[L]}, \frac{L'}{[L]}, \cdots, \frac{T}{[T]}, \frac{T'}{[T]}, \cdots, \frac{S}{[S]}, \frac{S'}{[S]}, \cdots, \frac{e}{[e]}, \frac{e'}{[e]}, \cdots\right) = 0.$$

» Pour donner à la formule (4) un caractère *concret* suivant les indications du § II, il faut supprimer les quantités entre crochets, c'est-à-dire les diverses unités.

» Le choix de l'unité propre à chaque série de grandeurs d'une même

espèce est *arbitraire*, lorsque ces grandeurs sont seules en jeu dans un phénomène, et conséquemment dans sa formule représentative, ou encore quand on n'est en présence que de quantités absolument indépendantes entre elles et en particulier de grandeurs explicitement *primordiales* (longueurs, temps, masses, forces, températures), eu égard toutefois aux indications ci-après. Dans tout autre cas, la constatation (V) de l'homogénéité des formules renfermant des quantités *complexes* de différentes sortes ou mêlées avec des primordiales, impose des restrictions pour le choix des unités propres à ces quantités.

» Les quatre premières grandeurs primordiales susmentionnées sont reliées entre elles par l'équation inéluctable ([1]), rendue concrète,

$$F = kMLT^{-2}. \tag{5}$$

» En visant à la cohérence ([2]), on peut écrire cette équation

$$F = MLT^{-2}. \tag{6}$$

» De leur côté, certaines grandeurs complexes, comme les surfaces et les volumes, se définissent d'emblée en langage vulgaire; et leur mesure, qui est, en somme, l'expression mathématique de leur définition, relève expressément de formules de démonstration, et ne se trouve ainsi que *médiate*, en nécessitant d'ailleurs l'emploi d'une des espèces de grandeurs primordiales. Mais il y a une seconde catégorie de quantités complexes, comme les vitesses, les accélérations, les travaux, etc., en Mécanique, et les diverses grandeurs *sui generis* en Électricité, où la définition de chaque quantité dépend exclusivement d'une formule, et se confond dès lors avec la mesure de la quantité. Or ces formules, et par suite ces mesures, qu'il est rationnel d'appeler *immédiates*, se ramènent encore, par la force des choses, aux grandeurs primordiales. Ces dernières grandeurs s'imposent donc au point de vue actuel de l'évaluation des quantités complexes, comme nous avons déjà reconnu qu'elles le faisaient ([3]) pour mettre en évidence toutes les corrélations possibles des phénomènes mesurables. Seulement, sous ce dernier rapport, il convient de conserver distinctement les quatre grandeurs L, T, M, F, tandis qu'ici il est besoin d'éliminer, au moins implicitement, une de ces quatre grandeurs en fonction des trois autres, à l'aide de la formule (6). D'ordinaire, c'est F ou M qu'on fait disparaître.

([1]) *Comptes rendus* du 9 avril 1883, p. 987.
([2]) *Ibid.*, 26 décembre 1882, p. 1329.
([3]) *Ibid.*, 26 décembre 1882, p. 1330.

» IV. Tout ce qui précède revient à dire que, pour le but poursuivi, les différentes grandeurs considérées dans les relations concrètes doivent se mesurer par un ensemble d'unités *fondamentales* et *dérivées* constituant un système *absolu*.

» Il importe, en passant, de rappeler que les températures se mesurent jusqu'ici à l'aide d'une unité fondamentale supplémentaire ([1]) indépendante des véritables unités fondamentales [L], [T], [M] (ou [F]). Cette indépendance est conventionnelle; et il y aurait un grand intérêt à la faire disparaître, en donnant à la température la définition en force vive qui lui incombe dans la théorie vibratoire de la matière, et qui permettrait de la mesurer avec une unité dérivée.

» Dans l'ordre d'idées que nous exposons, toutes les formules de la Science, bien que rentrant les unes et les autres dans l'équation (4), doivent se classer en quatre catégories :

» 1° La formule princeps de la Physique du monde, rappelée en (6) ci-dessus;

» 2° Les formules de définition et de mesure *médiates*, particulièrement en Géométrie;

» 3° Les formules de définition et de mesure *immédiates*, particulièrement en Mécanique et en Physique;

» 4° Les relations *générales*, existant entre des grandeurs primordiales et complexes.

» V. La définition de l'homogénéité (II) ne saurait manifestement avoir aucun sens par rapport aux formules 1°, 2° et 3°, qui ne sont propres, pour la propriété en vue, qu'à l'usage indiqué ci-après. Elle ne peut s'appliquer qu'aux relations 4°, dites *générales*, préalablement rendues concrètes (III).

» Quand ces relations renferment plus d'une espèce de grandeurs, leur homogénéité doit d'ordinaire s'apprécier successivement par rapport à *chacune* des grandeurs primordiales indépendantes qui s'y trouvent renfermées, soit explicitement, soit implicitement dans les quantités complexes que peut contenir la formule. Comme nous l'avons annoncé en III, ces dernières quantités ne sauraient, pour l'appréciation qui nous occupe, être mesurées à l'aide d'unités entièrement arbitraires : il faut avoir recours à des unités dérivées. Par exemple, en Électricité, certains termes d'une relation générale pourraient contenir des intensités de courant, et d'autres termes renfermer

---

([1]) *Comptes rendus* du 9 avril 1883, p. 989.

des grandeurs électriques d'une sorte différente, avec accompagnement ou non de quantités géométriques et mécaniques. A un premier abord superficiel, la relation ne paraîtrait susceptible d'aucune homogénéité; cela proviendrait d'une compréhension incorrecte de cette propriété, qui devrait ici être appréciée comme il est indiqué plus haut.

» VI. La vérification de toute homogénéité multiple oblige de connaître, d'après les formules 1°, 2° ou 3°, les expressions des grandeurs complexes en fonction des trois grandeurs primordiales indépendantes L, T, M (ou F). Ces expressions sont d'ordinaire monômes; et l'exposant de chacune des grandeurs primordiales y entrant s'appelle la *dimension* de cette grandeur, en même temps que l'ensemble du monôme constitue une formule de dimensions. En tout état de cause, on substitue lesdites expressions dans les divers termes de la formule, auxquels ce que nous venons de dire sur les dimensions est alors applicable.

» Ceci posé, l'homogénéité entendue d'une manière générale consiste en ce que tous les termes de la relation considérée doivent avoir une même dimension pour chaque même grandeur primordiale indépendante qui s'y rencontre. Quand, par suite de la nature de la question, tous les termes ne sont respectivement fonction que d'une seule de ces grandeurs, il faut que la somme des dimensions de chaque terme, autrement dit sa dimension totale, se trouve partout la même. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (¹). Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec l'iridium.* — J'indiquerai les quatre procédés suivants :

» 1° La solution contenant l'iridium à l'état de tétrachlorure est additionnée de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de son volume d'acide chlorhydrique concentré, puis d'un petit excès de prussiate jaune de potasse. Le précipité renferme le gallium, ainsi que des traces d'iridium qu'on enlève en reprenant par la potasse caustique, acidifiant fortement par HCl et traitant par le prussiate. On répète l'opération deux ou trois fois.

» 2° L'hydrate cuivrique précipite le Ga^2O^3 à chaud en présence du tétrachlorure d'iridium, mais une quantité assez notable de ce dernier

(¹) *Comptes rendus*, janvier 1883, p. 152.

métal se retrouve dans la solution gallifère après l'enlèvement du cuivre par l'hydrogène sulfuré. Cependant on parvient à se débarrasser de l'iridium au moyen de six ou sept traitements consécutifs à l'hydrate cuivrique.

» 3° On peut également employer le cuivre métallique et le protoxyde de cuivre à chaud, en évitant de mettre un trop grand excès d'oxydule de cuivre. Il suffit de cinq ou six opérations successives pour éliminer l'iridium.

» 4° Une méthode assez recommandable est la suivante, qui se fonde sur des réactions de l'iridium récemment décrites avec quelques détails dans les *Comptes rendus* (voir mai 1883, p. 1336, 1406 et 1551). Voici comment j'opère :

» Les chlorures ou sulfates de Ga et de Ir sont additionnés d'un notable excès de bisulfate potassique. La masse, contenue dans un vase d'or, est évaporée, puis chauffée jusqu'au rouge sombre; cette température atteinte, on enlève le feu. Les sels sont ensuite dissous dans l'eau bouillante ([1]). La liqueur, verte, bleue ou violette, est presque neutralisée *à froid* par la potasse (ou par le carbonate de potasse) : il faut cependant lui laisser une acidité bien sensible au tournesol. Bonne part de l'iridium se dépose avec le sulfate neutre de potasse qu'il colore en vert, tandis que presque tout le gallium reste dissous.

» On lave le dépôt avec de l'eau chargée de sulfate neutre de potasse et très légèrement acidulée par SH^2O^4. Les liqueurs réunies, presque neutralisées par KHO, sont bouillies pendant quinze à trente minutes au contact de l'air. On sursature alors à chaud par un léger excès de KHO et on maintient au voisinage de l'ébullition un quart d'heure à une demi-heure environ ([2]).

» L'oxyde d'iridium étant recueilli sur un filtre, on extrait le gallium de

([1]) De l'iridium métallique ou oxydé s'attache fréquemment au vase d'or; on l'en retire par une attaque au nitre et potasse caustique. Il reste aussi sur le filtre un peu d'iridium insoluble dans le bisulfate potassique bouillant. Ce filtre est calciné dans le vase d'or et l'on en traite les cendres par le nitre et la potasse.

([2]) Si l'on craignait de n'avoir pas complètement précipité l'iridium, ce qui serait certain dans le cas où la solution conserverait une teinte violette ou rose, on pourrait acidifier *très légèrement* par SH^2O^4, faire bouillir, sursaturer par un faible excès de KHO et faire encore bouillir. Enfin, on aurait aussi la ressource d'évaporer la liqueur à sec, d'ajouter un peu de SH^2O^4, de porter au rouge et de traiter comme devant.

la liqueur par les moyens déjà indiqués pour la séparation du Ga d'avec les alcalis.

» Afin de débarrasser l'oxyde d'iridium des dernières traces de gallium, il est bon de le reprendre par SH^2O^4 étendu et de reprécipiter à chaud par un léger excès de KHO. Cette petite opération peut se répéter deux ou trois fois

» Le sulfate neutre de potasse iridifère retient peu ou point de gallium : on peut toutefois le traiter exactement de la même façon que sa liqueur mère; c'est-à-dire par dissolution dans l'eau, quasi-neutralisation, ébullition à l'air et sursaturation potassique.

» Il est souvent inutile d'effectuer la séparation de la majeure partie de l'iridium sous forme de combinaison avec le sulfate neutre de potasse. On opère alors la quasi-neutralisation sur la liqueur primitive totale encore chaude et suffisamment étendue pour ne pas abandonner de K^2SO^4 pendant les filtrations.

» J'ai précédemment signalé la grande sensibilité du présent procédé qui permet d'extraire $\frac{1}{100}$ et même $\frac{1}{1000}$ de milligramme d'iridium mélangé (à l'état de chlorure ou de sulfate) avec une quantité assez considérable de Ga^2Cl^6 et deux millions de fois son poids de bisulfate potassique. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE. — *Procédé à mettre en usage pour observer les premières radicules du système lymphatique et pour constater si ces premières radicules communiquent ou ne communiquent pas avec les capillaires sanguins.* Note de M. E. Sappey.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Mettre clairement en lumière ces premières radicules du système lymphatique est un problème qui exerce depuis bientôt trois siècles la sagacité des observateurs. Pour le résoudre, d'innombrables procédés ont été imaginés. Celui que je vais brièvement exposer contient la solution si longtemps et si vainement cherchée. Il démontre que les vaisseaux dont ce système est composé prennent naissance dans la trame de nos organes par des capillicules dont le calibre ne dépasse pas un millième de millimètre, que ces capillicules communiquent tous entre eux, et qu'au niveau de

leurs communications il existe de très minimes renflements étoilés simulant autant de petits lacs, d'où le nom de *lacunes*, sous lequel je les ai désignés. Un réseau de capillicules et de lacunes, tel est donc l'aspect sous lequel se présentent dans leur ensemble les premières radicules des vaisseaux lymphatiques.

» Si ce réseau s'est dérobé si longtemps aux ardentes recherches des histologistes, ce n'est pas seulement parce qu'il se trouve réduit à la plus extrême ténuité, c'est aussi, c'est surtout parce qu'il est doué d'une parfaite transparence. Pour le faire apparaître, la première condition à remplir était donc de lui enlever, en partie au moins, cette trop parfaite transparence. Après plus de quinze années d'études, je suis parvenu enfin à obtenir ce résultat presque inespéré, en communiquant aux parois des capillicules et des lacunes une teinte jaune paille qui suffit pour les mettre en pleine évidence; et j'ai obtenu ce résultat en remplissant leurs cavités de tout un monde d'infimes végétaux appartenant à la classe la plus infime des cryptogames. Ces microphytes, aujourd'hui généralement connus sous le nom de *microbes*, en dessinent avec beaucoup de netteté tous les contours. Ils diffèrent assez notablement par leurs dimensions et leur configuration; mais on peut les rattacher à deux principaux ordres : les uns revêtent la forme de cellules arrondies et brillantes; ils se rangent bien manifestement dans la famille si répandue des *Micrococcus*. Les autres, allongés et cylindriques, appartiennent à la classe si nombreuse aussi des *Bactéries*.

» Mais, si les microbes prolifèrent rapidement dans le plasma de la lymphe, ils prolifèrent avec non moins de rapidité et d'abondance dans le plasma sanguin. Or, pour que leur présence devînt un procédé de démonstration, il importait qu'ils se montrassent exclusivement dans les capillaires lymphatiques et nullement dans les capillaires sanguins; car leur apparition simultanée dans les deux ordres de conduits aurait eu pour effet inévitable de ne mettre sous les yeux de l'observateur qu'un spectacle confus des uns et des autres. Pour faire apparaître les premiers, il ne suffisait donc pas de les colorer : il fallait, en outre, faire disparaître les seconds du champ du microscope, en évitant de les colorer aussi. J'obtiens ce résultat en injectant dans les vaisseaux sanguins un liquide acidulé, assez abondant pour entraîner leur contenu; en d'autres termes, au plasma sanguin si favorable au développement des microphytes je substitue une solution au sein de laquelle ils ne peuvent proliférer. Dans ces conditions, nul vestige de microzyma ne se montre dans les capillaires sanguins. Les premières origines du système lymphatique, remplies au contraire de cellules colorées,

apparaissent donc seules sur le champ du microscope et se montrent avec une si grande netteté qu'il devient facile de les étudier dans leur ensemble, dans leurs moindres détails et dans toutes leurs infinies variétés. Tel est le procédé qui m'a permis de résoudre la question si controversée du mode d'origine des vaisseaux lymphatiques.

» J'aborde maintenant une autre question qui a été très discutée aussi : je veux parler de la communication des capillaires lymphatiques avec les capillaires sanguins. Cette communication existe-t-elle? Au début de mes études sur les vaisseaux absorbants, j'avais cru pouvoir l'admettre, et j'ai développé cette opinion dans mes Ouvrages; longtemps aussi je l'ai défendue dans mon enseignement à la Faculté de Médecine. En l'admettant, je ne m'appuyais alors que sur des considérations générales déduites de l'anatomie normale et de l'anatomie pathologique; je ne mentionnais en sa faveur aucun fait emprunté à l'observation, ce genre d'argument me faisant alors défaut. Mais aujourd'hui il n'en est plus ainsi.

» Le procédé que je viens de décrire m'a permis de voir dans leurs connexions les plus intimes les capillicules lymphatiques et les capillaires sanguins; ceux-ci sont d'un calibre relativement si considérable et les capillicules lymphatiques d'un calibre au contraire si délié, que les premiers peuvent être comparés à autant de troncs d'arbres, et les seconds à de simples plantes grimpantes entourant ces troncs de toutes parts. Les lacunes représentent les feuilles de ces plantes grimpantes. Lorsqu'on examine une préparation au moment où elle vient d'être immergée dans le réactif destiné à faire apparaître ces lacunes, on n'aperçoit d'abord que le capillaire sanguin avec lequel elles se trouvent en rapport; puis, sous l'influence du réactif, quelques lacunes apparaissent çà et là : la surface du capillaire sanguin disparaît alors au niveau de chacune d'elles en prenant un aspect constellé; bientôt elles se montrent en plus grand nombre et, à mesure qu'elles se multiplient, le capillaire devient de moins en moins visible, puis ne tarde pas à disparaître, tandis que le reseau des lacunes devient au contraire de plus en plus apparent. Pendant cette apparition successive des premiers linéaments du système lymphatique, il y a donc un moment où l'observateur distingue à la fois les deux ordres de vaisseaux et se trouve, par conséquent, dans les meilleures conditions pour constater s'ils communiquent. Or, dans ces conditions si favorables, il ne m'a jamais été possible d'entrevoir entre les uns et les autres la moindre communication. Me basant aujourd'hui sur ces faits nouveaux et précis, et non plus sur de simples inductions, je conclus qu'il n'y a pas lieu d'admettre cette communication; les vaisseaux lymphatiques à leur origine sont partout hermétiquement

clos. Le plasma sanguin pénètre dans leurs premières radicules par voie de simple transsudations ou de capillarité, en subissant seulement de légères modifications.

» Comment sont constituées ces premières radicules? Leurs caractères histologiques diffèrent selon que l'on considère le réseau des lacunes et capillicules ou le réseau sous-jacent.

» Le réseau superficiel se compose d'un ensemble de cavités, sur les parois desquelles on ne remarque nulle trace de cellules endothéliales; le nitrate d'argent, qui met si bien en évidence ces cellules sur toutes les autres parties de l'appareil circulatoire, reste sans action aucune sur les capillicules et les lacunes. Leurs parois sont formées par une simple membrane amorphe.

» Le réseau collecteur sous-jacent au précédent offre une texture plus complexe. Sur les vaisseaux qui le composent, on observe des cellules endothéliales dont l'argentation permet facilement de constater l'existence; ces cellules forment une lame continue qui revêt la surface interne de la membrane propre ou amorphe. Les parois des vaisseaux sous-papillaires ou collecteurs se composent donc de deux couches, l'une et l'autre très distinctes.

» A ces deux couches quelques fibres musculaires lisses viennent-elles se surajouter? Il ne m'a pas été donné d'en voir le moindre vestige; et comme mes observations sur ce point ont été souvent répétées, et toujours avec le même résultat négatif, je me crois suffisamment autorisé à déclarer que tous les vaisseaux lymphatiques à leur origine, et même à une assez grande distance de cette origine, en sont absolument dépourvus. »

PATHOLOGIE COMPARÉE ([1]). — *Recherches sur la rage.* Note de M. **Paul Gibier.**

« La Note que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie est le résumé d'un Mémoire que je me propose de lui présenter ultérieurement lorsque j'aurai complété mes recherches.

» Mes observations concernant la rage ont porté jusqu'à présent sur les points suivants :

» 1° Mode d'inoculation de la rage;

([1]) Travail du laboratoire de Pathologie comparée du Muséum d'Histoire naturelle.

» 2° Transmissibilité de la rage par hérédité maternelle;

» 3° Valeur de la présence des corps étrangers dans l'estomac des chiens au point de vue du diagnostic de la rage;

» 4° Atténuation du virus rabique;

» 5° Le parasite de la rage.

» 1° *Mode d'inoculation de la rage.* — On a remarqué depuis longtemps que les accidents rabiques se produisent d'autant plus vite après la morsure que celle-ci siège plus près de la tête. M. Brouardel, en particulier, a fait observer que les morsures de la face et de la tête sont dans ce cas. On connaît la théorie de M. Duboué, de Pau, qui veut que la rage suive le trajet des nerfs pour remonter jusqu'au cerveau. Il restait à démontrer expérimentalement que la rage se développe dans la matière nerveuse, et c'est à M. Pasteur que revient l'honneur d'en avoir donné la preuve, il y a peu de temps encore.

» Pour introduire le virus rabique qu'il obtient en délayant la matière cérébrale dans l'eau, M. Pasteur trépane les animaux, c'est-à-dire qu'au moyen du trépan il enlève une rondelle d'os sur le crâne pour mettre les méninges à découvert; puis, à l'aide d'une seringue de Pravaz, il injecte la matière virulente sur le cerveau. Dans une période de quinze à vingt jours les animaux inoculés meurent et chaque parcelle de leur cerveau peut, par inoculation semblable, donner la rage avec tous ses caractères.

» La trépanation est un procédé long, pénible, qui exige l'emploi du chloroforme et d'aides habiles. Elle fait courir des risques sérieux aux animaux qui la subissent. Elle est accompagnée souvent d'hémorrhagies graves.

» Nous avons substitué à ce procédé un mode d'inoculation beaucoup plus simple. Au moyen d'un petit foret nous pratiquons sur la ligne médiane du crâne un petit orifice pouvant admettre une aiguille mousse s'ajustant avec la seringue. Il faut avoir soin (ce point est essentiel) de faire la perforation sur la ligne médiane pour passer dans l'espace interhémisphérique, et au niveau des circonvolutions frontales, pour éviter de blesser le sinus longitudinal supérieur. De plus l'aiguille doit s'arrêter aussitôt après avoir traversé les os.

» Ce mode opératoire permet d'opérer les chiens sans les attacher et sans chloroforme : une simple piqûre de morphine à la base de l'oreille suffit avec la muselière. L'incubation n'est pas plus longue, et même pour les petits animaux elle est plus courte, notamment pour les rats et les souris qu'il suffit d'inoculer avec l'aiguille ordinaire, pour laquelle les os du crâne de ces petits animaux offrent une très faible résistance.

» 2° *Transmissibilité de la rage par hérédité.* — Cette affection, d'après mes observations, paraît être transmissible de la mère au fœtus. La rage n'échappe donc pas à la loi de pathologie générale qui régit les maladies infectieuses. Si elle siège plus particulièrement dans l'axe cérébro-spinal, si ses symptômes sont surtout nerveux, elle n'en est pas moins une maladie de toute la substance. Voici deux faits à l'appui : dans le premier, il s'agit d'une lapine pleine qui mourut dix-sept jours après l'inoculation; deux jours avant de mourir, elle avait mis bas plusieurs petits qui furent allaités par une autre mère. Au bout d'un mois, ces petits lapins moururent avec des accidents convulsifs.

» Dans un autre cas encore plus caractéristique, j'ai pratiqué à deux lapins l'injection intracranienne de matière cérébrale provenant de fœtus trouvés à l'autopsie d'une lapine morte le dix-huitième jour après l'inoculation et qui avait été couverte le jour même de l'opération. Quarante jours après seulement, les deux animaux inoculés succombèrent à quelques heures d'intervalle.

» 3° *Valeur de la présence des corps étrangers dans l'estomac des chiens au point de vue du diagnostic de la rage.* — Cette valeur est toute relative. J'ai trouvé dans plusieurs autopsies du foin, de la paille et des débris de bois chez des jeunes chiens dont l'intestin grêle était bourré de tænias. L'injection de la matière cérébrale de ces chiens ne donna lieu à aucun résultat. Enfin nous avons, dans le laboratoire de Pathologie comparée du Muséum d'Histoire naturelle, dirigé par mon cher et illustre Maître M. le professeur Bouley, de l'Institut, un jeune chien qui, malgré une nourriture abondante, mange, depuis quatre mois que je l'observe, des débris de bois, de paille, etc. Lorsqu'on provoque le vomissement chez ce chien, il rend parfois des quantités considérables de ces corps étrangers. On ne doit donc pas accorder à ce signe plus de valeur qu'il n'en a réellement.

» *Atténuation du virus rabique.* — Tout récemment j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences un appareil frigorigène à température graduée, et dans ma Communication j'ai fait allusion à certaines expériences, sur les matières virulentes, que j'avais faites au moyen de cet appareil.

» Je crois pouvoir affirmer aujourd'hui, en m'appuyant sur des expériences nombreuses que je repète depuis un an, qu'*un certain nombre de virus peuvent être atténués par le froid,* et notamment le virus rabique.

» Je me contenterai d'indiquer les résultats suivants : Le froid à 0°, — 5°, — 10°, — 15°, — 20°, — 25°, — 30°, même prolongé pendant plu-

sieurs heures, ne paraît exercer aucune action sur le virus de la rage. Mais, si l'on soumet à $-35°$ pendant huit heures de la matière virulente rabique, les animaux inoculés ne meurent pas tous.

» Si l'on porte à $-40°$ ou $-43°$ cette même matière rabique, les animaux inoculés (chiens et lapins) résistent, et, après avoir présenté un peu de malaise pendant quelques jours, ils se rétablissent. Je n'ai pas eu le temps de constater si cette inoculation confère l'immunité contre la rage.

» 5° *Le parasite de la rage*. — La rage étant une maladie contagieuse, on pouvait croire qu'elle est causée par un microbe, mais celui-ci n'a pas encore été, que je sache, mis en évidence ni décrit.

» Voici le résumé de mes recherches sur ce point. Lorsqu'on examine le liquide céphalo-rachidien d'un animal qui vient de succomber à la rage, on voit, à l'aide d'un grossissement de 5 à 600 diamètres, des organismes mobiles en forme de granulations d'un caractère tout spécial. Ces granulations, en général peu abondantes dans le liquide ventriculaire, sont souvent reliées deux à deux et unies par un filament plus ou moins long et très mince à sa partie moyenne. Lorsque les granulations sont isolées, quelques-unes d'entre elles paraissent munies d'un cil. Cette disposition est sans doute due à la rupture du filament. La granulation munie de cet appendice est légèrement mobile et présente la forme d'un clou dont la tête serait arrondie et la pointe courte et fine. Dans le plus grand nombre de ces organismes l'œil ne perçoit que la granulation. Cette disposition se retrouve dans la substance cérébrale, où ces éléments peuvent être mis en évidence au moyen de certains réactifs histochimiques colorants, sur des coupes très fines du bulbe, par exemple. Le volume de ces éléments, que nous n'avons jamais rencontrés chez des animaux sains, en nous plaçant dans des conditions identiques, peut être évalué au vingtième d'un globule rouge, soit à peu près un demi-millième de millimètre.

» La certitude scientifique nous manque pour affirmer qu'il s'agit là du microbe de la rage puisque nous ne l'avons pas encore isolé et cultivé; mais nous pensons que la présence constante de cet élément figuré chez les animaux morts de rage constitue une grande probabilité et mérite d'être prise en considération. »

HYGIÈNE. — *Faits et résultats pour servir à la démonstration de nouvelles propriétés du sulfate ferrique.* Note de M. **Rohart.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Boussingault, Fremy.)

« Le sulfate ferrique, aussi neutre qu'il peut l'être chimiquement, c'est-à-dire au point de faire à peine effervescence avec la dissolution de carbonate de soude, et de ne pas renfermer de quantités appréciables de protoxyde de fer, ni de chlorure de fer toujours acide, peut former des combinaisons parfaitement définies et très stables, avec les matières organiques animales ou les principes extractifs des végétaux; il les précipite de leurs dissolutions, en même temps qu'il les tient à l'abri de toute solubilité nouvelle, et de toute décomposition ultérieure au contact de l'air :

» Voici différents résultats à l'appui :

» L'urée, le mucus vésical et les phosphates des urines sont précipités instantanément, à simple dose de $\frac{2}{100}$ du produit préparé dans les conditions qui viennent d'être indiquées, 50° B. et dosant normalement 26 pour 100 de peroxyde de fer. L'urine fraîche qui a été opérée de cette façon le 16 mai 1882 se retrouve, après plus d'une année dans un local chauffé l'hiver, absolument comme au premier jour. L'analyse a révélé dans le précipité obtenu une richesse de 5,34 pour 100 d'azote et de 12,42 pour 100 d'acide phosphorique, correspondant à 16,44 pour 100 de phosphate de chaux des os. Amenées à cet état, les matières utiles de l'urine sont sans odeur et inaltérables au contact de l'air.

» $\frac{3}{100}$ de réactif ferrique ajoutés à un mélange d'urine et de gélatine ont suffi pour précipiter immédiatement cette dernière, ainsi que les matières fermentescibles de l'urine, et malgré une année d'abandon l'inaltérabilité complète du mélange ne s'est pas démentie.

» L'urée, aussi bien que le phosphate acide de chaux en dissolution dans l'eau distillée, est également précipitée par le produit ferrique convenablement neutralisé.

» L'eau du grand égout collecteur a été complètement épurée et rendue tout à fait limpide, en cinq minutes, en employant un millième et demi de réactif. Les eaux épurées en mai 1882 ont pu passer tout l'été à l'air libre et au soleil, sans manifester la moindre altération.

» Des déjections humaines fraîches, solides et liquides, ont été traitées avec $\frac{3}{100}$ de réactif, et depuis plus d'un an elles n'ont révélé aucun chan-

gement appréciable, sans aucun indice de fermentation, ni de dégagement gazeux quelconque.

» Des viscères et branchies de poissons ont été baignés, pendant deux jours, dans de l'eau contenant 1 pour 100 de réactif ferrique, puis soumis à des lavages abondants et mis à dessécher à l'air libre, le 16 mai 1882. Ces viscères ont pu être promptement desséchés sans exhaler la moindre odeur putride et ils se sont conservés depuis lors sans altération. Ces débris secs sont mis ensuite à macérer à froid dans l'eau, pendant dix-huit heures. L'eau de macération n'indique, aux réactifs ordinaires, que des quantités insignifiantes de sel ferrique, et le tout peut être soumis à une nouvelle dessiccation à l'air libre sans constater le moindre changement. Après une nouvelle tentative d'épuisement par l'acide chlorhydrique faible (5° B.), on constate un peu plus de fer que dans le bain non acidulé, mais depuis lors le tout est resté abandonné dans l'eau, au contact de l'air, malgré des températures estivales assez élevées, sans qu'il ait été possible d'amener la putréfaction.

» Afin d'acquérir plus directement la preuve qu'il y avait réellement combinaison entre la matière organique et le sel ferrique, des têtes, viscères, branchies, chairs de poissons et chairs de bœuf soumis à l'action du produit qui nous occupe, et ayant pu être desséchés et conservés avec la plus grande facilité, ont été réunis, divisés mécaniquement autant qu'on a pu le faire, et soumis pendant plusieurs heures à l'action d'une dissolution bouillante de chlorure de baryum. Il a été impossible de séparer des quantités notables du réactif employé; le sulfate de baryte obtenu ne s'est trouvé qu'en quantité minime, et ce mélange complexe d'éléments putrescibles a pu être conservé depuis, dans l'eau ordinaire, sans éprouver d'altération. Après plus de cent jours de contact dans l'eau, l'agitation de la masse ne détermine que l'ascension de quelques bulles de gaz douées d'une odeur simplement aigrelette, mais sans trace de fermentation putride, ni d'hydrogène sulfuré. Donc, il y a bien réellement combinaison, et combinaison très stable entre la matière organique et le composé ferrique. De là l'immobilité certaine de toutes les déjections et de tous les débris de nature animale.

» Une alose entière et plus tard un merlan et de la raie ont pu être ainsi momifiés; puis un lapin et un chien. Le lapin, du poids net de 839^{gr}, est resté cinq jours dans le bain; il est devenu rigide; sa chair a conservé sa couleur rouge et s'est durcie au point de ne pouvoir être entamée facilement par l'ongle. Ce n'est plus de la chair, c'est presque de la corne.

» Le bain a perdu 6° B. et l'animal ne pèse plus, avant dessiccation, que 539gr, soit une perte de près de 36 pour 100. Les mêmes résultats ont été constatés sur un cœur de mouton : d'où cette conclusion que, assurément, il y a eu échange entre l'eau de constitution de l'animal et le réactif ferrique, puisque le bain s'est trouvé affaibli comme si l'on y avait ajouté de l'eau.

» Après dessiccation complète, l'animal ne pèse plus que 326gr et finalement sa momification, demeurée absolument intacte depuis un an, a coûté, en réactif dépensé, moins d'un demi-centime.

» Les mêmes résultats ont été obtenus sur le chien et la dépense en réactif est restée dans les mêmes rapports, comparativement au poids respectif de chaque animal.

» Dans le courant de l'été de 1882, un cheval mourait à l'école vétérinaire d'Alfort, d'une maladie infectieuse assez grave et nécessitant quelques précautions. Les viscères furent plongés dans de l'eau contenant quelques centièmes de sulfate ferrique neutralisé. Le lendemain le professeur, M. Nocard, pouvait faire ses démonstrations, et les élèves se livrer à leurs études comme s'ils avaient opéré sur un sujet parfaitement sain.

» Afin de vérifier si le nouveau produit pénétrait réellement dans l'organisme par endosmose, un œuf de faisane fut débarrassé de sa coquille calcaire, de manière à ne conserver que la membrane vitelline. Après l'opération, l'œuf a perdu 9gr, 350 ou près de 38 pour 100 et s'est contracté, ridé et durci à la façon des prunes desséchées. Comme dans les exemples précédents, il y a eu échange par endosmose, entre l'eau de constitution de l'œuf et le liquide du bain, puisque, d'une part, le bain ne pèse plus que 42°B. au lieu de 45, que l'œuf ainsi traité s'est conservé intact à l'air et qu'il a été entièrement momifié, comme le lapin, le chien, les poissons et quelques autres animaux.

» Dans le but de déterminer la quantité réelle de réactif absorbé, une couleuvre pesant 59gr a été mise à dessécher complètement et n'a plus donné en poids que 19gr. Après six jours d'immersion dans le produit ferrique, l'animal ramené à son premier point de dessiccation pèse 25gr. Il a donc pris au produit 6gr ou 32 pour 100 de son poids à l'*état sec*.

» Nulle trace d'odeur ou d'altération pendant toute la durée des dessiccations et sur tous les sujets, même après une année de préparation.

» A la demande de l'un des chimistes experts désignés par le parquet pour les analyses légales, les viscères d'un lapin pris dans leur état normal et pesant 522gr ont été maintenus en suspension dans un bain formé par 3lit d'eau contenant 26gr du réactif qui nous occupe, ou moins de 1 pour 100

du poids de l'eau. Le tout a été maintenu tel quel, en vase ouvert et, après plus de cent jours, on ne peut que constater la conservation complète des viscères ainsi traités.

» Ces premiers résultats révèlent des propriétés du sulfate ferrique inconnues jusqu'à présent et montrent la nécessité de compléter cette étude. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur le verre phosphorique.* Note de M. SIDOT.

(Commissaires : MM. Dumas, Fremy, Jamin, Berthelot, Debray.)

« Dans la séance du 25 juin 1877, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un travail sur les phosphates cristallisés et sur un verre que j'ai appelé *verre de phosphate de chaux*.

» J'ai dit que ce verre, que j'appellerai aujourd'hui, par abréviation, *verre phosphorique*, jouissait de propriétés physiques très rapprochées de celles du verre ordinaire et du verre strass, par sa densité et son pouvoir réfringent.

» Il est, comme ce dernier, gravé par les décharges électriques, comme l'a montré M. Planté, dans son beau travail sur la reproduction des effets de la foudre; mais ce qu'il présentait de particulier était de ne pas être attaqué par l'acide fluorhydrique, ou tout au moins de ne pouvoir être gravé par cet acide.

» Il me restait à mettre cette propriété plus en évidence et à vaincre bien des difficultés matérielles, ce que je n'avais pu faire jusqu'à présent; mais, encouragé par le suffrage de l'Académie, j'ai pu opérer sur une plus grande échelle, ce qui m'a permis de pouvoir faire faire une série d'objets en verre phosphorique, tels que cornues, ballons, tubes, etc., que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. »

M. DE LACERDA soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. de Quatrefages, un Mémoire relatif à un organisme qu'il a rencontré en abondance chez les individus qui ont succombé à la fièvre jaune, et qu'il classe parmi les champignons. Ce champignon serait très répandu dans les

divers organes et se trouverait particulièrement dans la bile, le foie, les reins, les liquides vomis, le cerveau.

Le Mémoire est accompagné d'une planche qui représente les diverses phases de l'évolution de cet organisme. L'auteur termine par les considérations suivantes :

« Ces observations, longtemps suivies, nous ont amené à nous demander s'il ne serait pas raisonnable d'admettre que ce champignon, si abondamment répandu dans les humeurs et les viscères des individus morts de fièvre jaune, est le véritable agent qui produit la maladie. La chose me paraît assez probable, d'autant plus que certains caractères de couleur présentés par ce végétal durant son évolution s'accordent complètement avec la coloration et l'aspect de la matière du vomissement, avec la coloration du foie et de la peau. Toutefois nous ne voulons faire une affirmation qu'après avoir réalisé des études plus complètes à ce sujet. Nous allons voir s'il est possible de transporter la maladie à des animaux en leur injectant soit sous la peau, soit dans le sang, des produits de culture de ce champignon.

» Seuls les résultats de ces expériences pourront nous donner une base solide pour affirmer ce qui actuellement ne peut être envisagé que comme une hypothèse assez probable. »

M. F. **Tovo** adresse un Mémoire « Sur un produit thérapeutique d'électrisation interne, destiné à combattre les maladies vermineuses ».

M. Ch. **Depérais** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Nouveau traitement des cadavres, ayant pour but la destruction des germes contagieux qu'ils peuvent contenir. »

(Les trois Communications précédentes seront soumises à l'examen de la Section de Médecine et de Chirurgie, à laquelle M. Pasteur est prié de s'adjoindre).

M. **Pallas** adresse à l'Académie, à propos d'une récente Communication sur les plantations de vignes dans les terrains sablonneux de l'Algérie, une Lettre relative à l'utilisation pour la culture de la vigne des terrains sablonneux des Landes et de la Gironde. (Extrait.)

« Si les terrains sablonneux de l'Algérie sont appelés à un grand avenir

devant la question des vignes, ceux des départements des Landes et de la Gironde, qui présentent cette condition physique qui fait l'immunité, se trouvent aussi dans le même cas; et, bien que l'entraînement, pour les sables landais, soit beaucoup moins prononcé que celui que l'on constate en Algérie, on y voit cependant depuis quelques années de jeunes vignobles se dresser un peu partout au milieu des pins et des bruyères, et démontrer que les vignes viennent bien dans ces terrains, qui sont classés généralement parmi les sols les plus arides; et ce sont précisément ces sols sablonneux auxquels on a fait, de tous temps, la réputation injuste de n'être bons qu'à la culture des pins, qui, à l'occasion de l'immunité phylloxérique dont ils se trouvent gratifiés, vont devenir un vaste port de refuge des vignes françaises. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Marcel Deprez** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique, par suite du décès de M. *Bresse*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° une Carte géologique agronomique de l'arrondissement de Mézières, par M. *Meugy*. (Présentée par M. Daubrée.)

Comme celle de l'arrondissement de Rocroy, du même auteur, présentée récemment, cette Carte fait bien ressortir le secours que les notions géologiques apportent à l'Agriculture.

2° Un Ouvrage intitulé : « Œuvres posthumes de *Marie Rouault* », avec 20 planches, publiées par les soins de M. *P. Lebesconte*.

M. le Secrétaire perpétuel signale la Note suivante écrite par M. *Rouault* le 28 juin 1859 :

« Craignant un événement quelconque qui me mette dans l'impossibilité d'achever mes études, entreprises sur le sol de la Bretagne, je me hâte d'écrire les préliminaires de mes travaux. Si je ne puis mettre la dernière main à mes œuvres, au moins que le résultat que j'ai obtenu en conduise d'autres à atteindre le but auquel je voulais arriver. Ce sera tout profit pour la Science.

» Je supplie ceux qui seront appelés à remplir mes dernières dispositions de tenir un compte fidèle de mon opinion sur l'importance de mes études restées inachevées. Que l'on se montre surtout indulgent à mon égard; je n'ai point eu de maître, par conséquent je n'ai pas appris à ne pas faire de fautes, et si mon style et plus encore mon orthographe laissent beaucoup à désirer, c'est au temps qu'il faut s'en prendre, car, quand chez moi le besoin s'en est fait sentir, ma pensée avait déjà fait trop de chemin et je ne m'appartenais plus. « Le style, c'est l'homme », a dit Buffon. Je ne suis pas de son avis; pour moi, l'homme est tout entier dans la pensée, dont le style n'est que l'enveloppe ou la parure. »

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le Bureau un pli cacheté que Mme la marquise de Colbert, petite-fille de Laplace, confie aux soins de l'Académie pour en assurer la conservation. Ce pli contient des Notes autographes dont Mme la marquise de Colbert a dû prendre connaissance à l'occasion de la publication de la belle édition des Œuvres de son grand-père, qu'elle poursuit sous les auspices de l'Académie.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le mouvement de la comète d'Encke dans les années 1871-1881.* Note de M. **Backlund**, présentée par M. Tisserand.

« Pour perfectionner la théorie de la comète d'Encke, on a été obligé d'appliquer au mouvement moyen une correction empirique de la forme $\mu' t$. La quantité μ', trouvée à peu près constante dans la période 1819-1868, paraît avoir subi une variation considérable aux environs de la dernière époque.

» Je me suis donc proposé d'étudier spécialement le mouvement de la comète après 1868.

» Par des calculs préliminaires, j'ai trouvé que les éléments suivants sont assez approchés pour servir de point de départ.

Éléments.

Époque et osculation, 1874, octobre 27,80. Temps moyen de Berlin.

M......	309°.37′.21″,45	
φ.......	58. 8.54,48	
☊......	334.36.55,80	Équinoxe moyen, 1875,0
π.......	158.17.22,76	Équinoxe moyen, 1875,0
i.......	13. 7.22,54	Équinoxe moyen, 1875,0
μ.......	1079 33355 + $\mu'\tau$	
μ'......	+ 0,051731	

où

$$\tau = \frac{t}{1200}.$$

» Après avoir soigneusement revu les calculs des perturbations, exécutés par feu Asten, et calculé par deux méthodes différentes les perturbations éprouvées par la comète pendant la révolution 1878-1881, j'ai comparé ces éléments avec les observations faites dans les années 1871, 1875, 1878 et 1881.

» Voici les écarts des éléments (calcul — observation) :

	Cos δ Δα.	Δδ.
1871 Oct. 14,5...	− 5″,6	+ 5″,0
» Nov. 5,5...	−10,8	+ 6,9
» » 15,0...	−29,5	+ 4,2
» » 25,5...	−41,4	− 4,2
» Déc. 5,0...	−39,7	−14,4
1875 Févr. 27,0...	− 2,6	+ 5,5
» Mars 8,0...	− 3,4	− 1,7
» » 26,0...	− 4,8	− 1,3
» Avril 8,0...	− 3,7	− 5,8

	Cos δ Δα.	Δδ.
1878 Août 12,5...	− 7″,9	+ 8″,1
» » 22,5...	− 7,0	+ 4,5
» Sept. 2,5...	− 4,4	+ 5,1
1881 Août 29,5...	−24,4	− 3,7
» Sept. 24,5...	−13,2	+14,1
» Oct. 4,5...	− 1,3	+14,9
» » 18,5...	+23,3	− 5,9
» Nov. 8,5...	+15,4	−16,7

» Ces écarts, traités par la méthode des moindre carrés, m'ont fourni les corrections suivantes des éléments :

ΔM...........	+ 2,67
$\Delta\varphi$...........	− 8,08
$\Delta\Omega$...........	+ 2,87
$\Delta\pi$...........	− 10,66
Δi...........	− 2,75
$\Delta\mu$...........	+ 0,004648
$\Delta\mu'$...........	− 0,0057554

» Les résidus sont :

	Cos δ Δα.	Δδ.
1871 Oct. 14,5...	− 4″,7	− 5″,8
» Nov. 5,5...	+12,3	− 1,2
» » 15,0...	+ 4,4	+ 6,5
» » 25,5...	− 3,7	+ 7,7
» Déc. 5,0...	− 5,6	0,0
1875 Févr. 27,0...	+ 2,5	+ 7,0
» Mars 8,0...	+ 3,0	+ 0,2
» » 26,0...	+ 4,0	+ 0,3
» Avril 8,0...	+ 1,2	− 9,1

	Cos δ Δα.	Δδ.
1878 Août 12,5...	+ 4″,8	+ 1,3
» » 22,5...	+ 0,6	+ 1,1
Sept. 2,5...	− 4,0	+ 6,6
1881 Août 29,5...	−17,9	− 5,9
» Sept. 24,5...	− 6,5	+ 6,4
» Oct. 4,5...	− 1,0	+ 5,3
» » 18,5...	+13,0	− 8,1
» Nov. 8,5...	+ 5,6	−11,2

et nous avons

$$\pm 5'',02,$$

comme erreur probable d'un lieu normal.

» S'il existe une force tangentielle qui fait varier les dimensions de l'orbite cométaire, l'effet n'est pas seulement séculaire, mais doit être aussi périodique, les termes périodiques étant toutefois très petits, excepté dans l'expression pour l'anomalie moyenne.

» En adoptant l'hypothèse connue de Encke, il faut calculer l'anomalie moyenne par des formules, telles que

$$M = \frac{\mu'}{2}\tau^2 + a_2 \cos 2u + a_4 \cos 4u + \ldots,$$

où u est une fonction connue de M. En désignant alors par v l'anomalie vraie et mettant

$$v = 2\,am\,\frac{2K}{\pi}\,u,$$

on trouve, au moyen de la première valeur citée de μ',

$$a_2 = -4'',04,$$

les coefficients a_4, a_6, ..., restant tous au-dessous d'une demi-seconde.

» En ayant égard au terme $a_2 \cos 2u$, on peut donc attendre une meilleure représentation des lieux normaux.

» En effet, les éléments A donnent dans ce cas les écarts :

		$\cos\delta\,\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.			$\cos\delta\,\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.
1871	Oct. 14,5..	− 8",3	+ 1",4	1878	Août 12,5..	−19",2	+16",9
	Nov. 5,5..	− 3,7	− 1,7		Août 22,5..	−16,2	+10,8
	Nov. 15,0..	−10,2	− 0,7		Sept. 2,5..	−11,8	+ 9,0
	Nov. 25,5..	−10,5	− 1,0	1881	Août 29,5..	−27,3	− 4,2
	Déc. 5,0..	− 4,4	− 6,3		Sept. 24,5..	−22,8	+16,2
1875	Fév. 27,0..	− 2,9	+ 5,3		Oct. 4,5..	−13,2	+22,5
	Mars 8,0..	− 3,8	− 2,0		Oct. 18,5..	+15,9	+ 6,9
	Mars 26,0..	− 6,0	− 1,1		Nov. 8,5..	+ 8,8	− 6,2
	Avril 8,0..	− 5,7	− 2,0				

et nous en déduisons

ΔM..........	+ 5",32
$\Delta\varphi$..........	− 8,26
ΔA..........	+ 6,65
$\Delta\pi$..........	− 11,69
Δi..........	− 3,10
$\Delta\mu$..........	+ 0,004745
$\Delta\mu'$..........	− 0,0059867

» Les résidus deviennent maintenant

	cos δ Δα.	Δδ.		cos δ Δα.	Δδ.
1871 Oct. 14,5..	− 2″,1	− 4″,5	1878 Août 12,5..	+ 3″,0	+ 3″,0
Nov. 5,5..	− 9,1	− 0,5	Août 22,5..	+ 0,6	+ 1,2
Nov. 15,5..	+ 1,0	+ 4,9	Sept. 2,5..	− 3,4	+ 6,0
Nov. 25,5..	− 3,6	+ 5,8	1881 Août 29,5..	−15,5	− 6,5
Déc. 5,5..	− 0,8	+ 0,3	Sept. 24,5..	− 4,1	+ 4,8
1875 Fév. 27,0..	+ 3,1	+ 6,7	Oct. 4,5..	− 0,4	+ 4,0
Mars 8,0..	+ 3,6	0,0	Oct. 18,5..	+12,0	− 6,8
Mars 26,0..	+ 4,6	+ 0,1	Nov. 8,5..	+ 3,2	− 7,0
Avril 8,0..	− 3,1	− 9,7			

et l'erreur probable d'un lieu normal

$$\pm 4'',16,$$

résultat très satisfaisant.

» Les calculs précédents prouvent à l'évidence que l'accélération du mouvement moyen dans la période 1871-1881 ne s'élève qu'à la moitié de la valeur trouvée par Encke et Asten pour la période 1819-1865 (¹). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.* Note de MM. **J.-S.** et **M.-N. Vaněček.**

« **1.** La transformation exposée aux *Comptes rendus* de l'Académie (²) s'exécute au moyen d'une courbe M et d'une surface générale P, la figure à transformer étant une courbe L ou une surface L.

» Dans la présente Note, nous allons faire voir ce qui arrive quand deux ou trois parties de la transformation viennent à coïncider.

» **2.** Supposons que la courbe M se trouve sur la surface P. Cette ligne coupe la courbe d'intersection P de la surface P avec la surface fondamentale F en $2m$ points a.

» Chacun de ces points a se transforme, d'après l'art. 8 d'une autre Note (³), en un point multiple d'ordre $l(p-1)$ et en l droites situées dans le plan tangent de la surface fondamentale en ce point.

» Les points a étant au nombre de $2m$, nous voyons que la première

(¹) La valeur trouvée par Asten est + 0,104418.

(²) *Comptes rendus*, 29 mai et 12 juin 1882.

(³) *Comptes rendus*, 27 novembre 1882.

partie de la courbe dérivée R se compose de $2lm$ droites et que l'autre partie est une courbe d'ordre $2lm(2p-1)$.

» La courbe R est la même, comme on sait, si l'on remplace la courbe L par la courbe M.

» Considérons la même surface fondamentale F, la surface P et enfin la courbe M située dans la surface P. Les $2m$ points a sont les mêmes que précédemment.

» D'après un article de la Note du 4 décembre 1882, le plan tangent A à chaque point a est un plan multiple d'ordre l par rapport à une surface L qui doit être transformée.

» Ces $2m$ plans multiples A forment une partie de la surface R, dont la deuxième partie est une surface d'ordre $2lm(2p-1)$, qui a aux points a les points multiples d'ordre $l(p-1)$.

» De là résultent ces deux théorèmes :

» *Quand un tétraèdre polaire* $a_1 a_2 a_3 a_4$ *par rapport à une surface* F *du second ordre se meut de telle façon que son sommet* a_1 *parcourt une courbe* L *d'ordre* l, *le sommet* a_2 *une courbe* M *d'ordre* m *située sur une surface générale* P *d'ordre* p, *dans lequel le troisième sommet parcourt une autre courbe déterminée déjà par ce mouvement, le quatrième sommet* a_4 *du tétraèdre décrit une courbe* R *d'ordre* $2lm(2p-1)$, *puis* $2lm$ *droites distribuées* l *à* l *sur les plans tangents à la surface fondamentale aux points d'intersection de la courbe* M *avec cette surface, ces droites passent par ces points fondamentaux;*

» Et

» *Quand un tétraèdre polaire* $a_1 a_2 a_3 a_4$ *par rapport à une surface* F *du second ordre se meut de telle manière que son sommet* a_1 *parcourt une surface générale* L *d'ordre* l, *le sommet* a_2 *une courbe* M *d'ordre* m *située dans une surface générale* P *d'ordre* p, *que parcourt aussi le troisième sommet* a_3, *alors le quatrième sommet* a_4 *engendre une surface générale* R *d'ordre* $2lm(2p-1)$, *puis* $2m$ *plans multiples d'ordre* l, *qui touchent la surface* F *aux points d'intersection de la courbe* M *avec cette surface.*

» 3. Quand les courbes L et M sont des droites et que la surface P est un plan, la courbe R se compose de deux droites qui passent par les deux points fondamentaux de la droite M, et d'une conique C qui passe par les points fondamentaux de la droite L et par le pôle p du plan P.

» Par conséquent son plan est déterminé par la droite L et par le point p.

» On voit immédiatement, d'après la construction de la figure R, que les

droites cl, cp qui joignent le point d'intersection c de la droite L et du plan P aux points l, p sont tangentes à la conique C, le point l étant le point d'intersection de la droite polaire réciproque de L au plan de la conique C.

» Quant au plan L qui doit être transformé par rapport au plan P et à la droite M située dans ce plan, nous trouverons une surface R du second ordre, qui passe par les deux coniques L, P, lignes d'intersection respectivement des plans L et P avec la surface fondamentale; l'autre partie de la surface dérivée se compose de deux plans passant par le point p et touchant la surface fondamentale aux points fondamentaux de la droite M.

» Les plans L, P se coupent en une droite G. Par cette droite et par les pôles l, p des plans L, P passent deux plans qui touchent la surface R en ces points.

» 4. Supposons que le plan P et par conséquent aussi la droite M vont à l'infini et considérons la surface fondamentale F comme une sphère.

» Dans ce cas la conique C devient une circonférence d'un cercle qui passe par les points circulaires à l'infini et par le centre de la sphère F; les droites composant la première partie de la courbe R passent par ces points circulaires et se trouvent dans les plans tangents en ces points à la sphère fondamentale.

» Un plan l se transforme en une surface sphérique passant par le centre de la sphère F et par la circonférence P du cercle de l'infini. Les plans dans lesquels se décompose la surface R passent par le centre de la sphère fondamentale et la touchent aux points circulaires.

» Nous voyons que nous sommes parvenus à *la transformation par rayons vecteurs réciproques*, ce qui est, par conséquent, un cas très particulier de la transformation exposée dans les Notes déjà citées.

» Il est remarquable qu'on n'ait pas, jusqu'à présent, remarqué que la courbe ou la surface obtenue respectivement d'une droite ou d'un plan par la transformation par rayons vecteurs réciproques est du quatrième ordre, dont les parties sont les deux droites ou les deux plans imaginaires dont nous venons de parler tout à l'heure.

» Nous avons vu que, en prenant une courbe L d'ordre l ou une surface du même ordre, il y a l droites en chaque point circulaire et que les plans tangents, dans le cas d'une surface R, sont les plans multiples d'ordre l.

» D'après ce qui précède, nous trouverons au cas actuel, le point c et la droite C étant à l'infini, que les tangentes aux points l, p à la conique C,

et les plans tangents aux points l, p à la surface R sont respectivement parallèles à la droite L ou au plan L.

» 5. Considérons une conique C, la droite I à l'infini du plan de cette conique et une courbe L d'ordre l dans le même plan.

» La transformation de la courbe L par rapport à I nous conduit à ce théorème :

» *Quand un angle variable* (A_2, A_3), *dont les côtés sont des polaires conjuguées par rapport à une conique* C, *se meut de telle manière que son côté* A_2 *pivote autour du centre* c *de la conique* C *et son sommet* a_1 *parcoure une courbe* L *d'ordre* l, *située dans le plan de cette conique, l'autre côté* A_3 *enveloppe une courbe* (A_3) *de la classe* $2l$.

» Supposons donnée une surface fondamentale F du second ordre, puis un plan P à l'infini sur lequel se trouvent une droite M et enfin une courbe L ou une surface L d'ordre l.

» De la transformation de la courbe L par rapport à M, P et F résulte ce théorème :

» *Un angle trièdre variable* (A_2, A_3, A_4) *dont les faces sont toujours les plans polaires conjugués par rapport à la surface fondamentale* F *se meut de telle façon que son sommet* a_1 *parcourt une courbe* L *d'ordre* l, *sa première face* A_2 *tourne autour d'une droite fixe* M' *passant par le centre* c *de* F *et sa deuxième face* A_3 *passe toujours par la droite* $a_1 c$, *alors sa troisième face* A_4 *enveloppe une surface développable de la classe* $2l$, *qui est une partie d'une surface de la classe* $4l$.

» *Quand le sommet* a_1 *parcourt une surface* L *d'ordre* l, *les autres conditions restant les mêmes, la face* A_4 *enveloppe une surface générale de la classe* $2l$, *qui est une partie d'une surface* (R′) *complète de la classe* $4l$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la forme binaire du sixième ordre.* Note de M. **R. Perrin.**

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie [1] une méthode générale de calcul pour les syzygies entre invariants et covariants des formes binaires, ainsi que les résultats obtenus en appliquant cette méthode à l'étude de la forme binaire du cinquième ordre; ces résultats consistaient en plusieurs groupes de formules, disposés de manière à per-

[1] *Comptes rendus* des 12, 19 et 26 février 1883.

mettre : 1° de calculer rapidement de proche en proche, en partant des coefficients de la forme, les 4 invariants et les 19 péninvariants, sources de ses 19 invariants simples; 2° d'exprimer en fonction de ces 23 quantités tous les coefficients de tous les covariants simples; 3° de former l'expression en fonction des invariants et covariants simples, de tout invariant ou covariant composé, d'après sa seule définition, et sans recourir au calcul symbolique.

» Je suis aujourd'hui en mesure de communiquer à l'Académie un ensemble analogue de formules, relatif à la forme binaire du sixième ordre. Le calcul de ces formules se trouve notablement facilité par cette circonstance, que sur les 21 covariants simples de la forme du sixième ordre, 9 peuvent être choisis de manière que leurs sources soient identiques aux sources de 9 des invariants ou covariants simples de la forme du cinquième; quelques-unes des syzygies trouvées pour le cinquième ordre subsistent donc telles quelles pour le sixième; et, pour utiliser les autres, il suffit d'avoir déterminé, en fonction des péninvariants simples relatifs au sixième ordre, les valeurs des 14 péninvariants qui étaient simples pour le cinquième ordre et cessent de l'être pour le sixième.

» Je désignerai comme suit les 26 invariants et covariants simples de la forme du sixième ordre [le nombre entre parenthèses à droite de chaque forme dénote son degré par rapport aux coefficients (1)] :

	Formes droites.	Formes gauches.
5 invariants	A(2), B(4), C(6), D(10)	R(15)
6 covariants quadratiques	S(3), S′(5), S″(7)	S‴(8), S^{IV}(10), S^{V}(12)
5 » biquadratiques	Q(2), Q′(4)	Q″(5), Q‴(7), Q^{IV}(9)
5 » du sixième ordre	U(1), U′(3)	U″(4), U‴(6), U^{IV}(6)
3 » du huitième ordre	H(2)	H′(3), H″(5)
1 » du dixième ordre	»	P(4)
1 » du douzième ordre	»	N(3)

» Les 21 péninvariants, sources des 21 covariants du Tableau, seront désignés par les lettres minuscules correspondantes.

(1) Cette notation, analogue à celle que j'ai déjà employée pour le cinquième ordre (U désigne toujours la forme primitive, H son hessien, N le jacobien de H et U), diffère, pour les covariants, de la notation la plus généralement usitée; mais elle a, entre autres avantages, celui de faire ressortir à première vue l'ordre et le degré de chaque forme, une même lettre (plus ou moins accentuée suivant le degré par rapport aux coefficients) étant affectée à tous les covariants de même ordre.

» La forme primitive $(a, b, c, d, e, f, g)(\xi, \eta)^6$, étant prise pour base, devient, par la substitution $\xi = x - by, \eta = ay$,

$$(1)\quad \begin{cases} U = u[x^6 + 15hx^4y^2 + 20nx^3y^3 + 15(u^2q - 3h^2)x^2y^4 \\ \qquad + 6(u^2h' - 2hn)xy^5 + (u^4A - 10u^3u' - 5u^2hq + 5h^3)y^6], \end{cases}$$

avec les valeurs suivantes des péninvariants $u, h, n, \ldots$,

$$(2)\quad \begin{cases} u = a,\ h = ac - b^2,\ n = a^2d - 3abc + 2b^3,\ q = ae - 4bd + 3c^2, \\ h' = a^2f - 5abe + 2acd + 8b^2d - 6bc^2, \\ u' = ace + 2bcd - ad^2 - b^2e - c^3,\ A = ag - 6bf + 15ce - 10d^2. \end{cases}$$

» Désignons par des lettres entre parenthèses les péninvariants simples relatifs au cinquième ordre, tels que je les ai considérés dans mes précédentes Communications; on aura

$$(3)\quad u = (u),\quad h = (h),\quad n = (n),\quad q = (s),\quad h' = (u'),\quad u' = (t).$$

» Je poserai, en outre,

$$(4)\qquad q' = (J),\quad h'' = (t'),\quad p = (h'),$$

ce qui définira les covariants Q′, H″, P du Tableau et permettra d'écrire, d'après la théorie du cinquième ordre, les syzygies :

$$(5)\quad \begin{cases} n^2 + 4h^3 = u^2(hq - uu'), & nh' + 4h^2q = u[uq^2 - 6hu' - u(q)], \\ h'^2 + 4hq^2 = u(uq' - 12u'q), & h'p + 6hu'q = u[hq' - q^3 + q(q)], \\ hh' - nq = up, & hq' + 2q(q) - q^3 + 9u'^2 = u(p), \\ 3h'u' - 2pq = uh'', & 2hp - 3nu' = u(r), \end{cases}$$

(p), (q), (r) étant trois péninvariants composés, et de former directement l'expression complète de Q, savoir :

$$(6)\quad \begin{cases} Q = qx^4 + 2h'x^3y + (u^2A - 18uu' - 6hq)x^2y^2 - 2(2up + hh')xy^3 \\ \qquad + \{u^2[Ah - q^2 + 4(q)] + 6uhu' + h^2q\}y^4. \end{cases}$$

» Le covariant S étant défini comme obtenu en opérant avec Q sur U, cette opération donne

$$(7)\qquad \begin{cases} us\ = Ah - q^2 + 3(q), \\ us_1 = An - h'q + 6(r), \\ s_2\ = u(Aq - q') - hs. \end{cases}$$

» La première de ces relations fournit la décomposition de (q), péninvariant simple pour le cinquième ordre, en péninvariants simples relatifs au sixième; remplaçant (q) par sa valeur dans la cinquième des relations (5), on obtient, pour définir S, la syzygie

$$(8) \qquad u^3 s = u^2(\mathrm{A}h + 2q^2) - 18uhu' - 3nh' - 12h^2 q.$$

» Si maintenant on définit U″ comme le jacobien de S et de U, il viendra

$$u'' = s_1,$$

et, par suite,

$$(9) \qquad uu'' = \mathrm{A}n - h'q + 6(r),$$

ce qui donne la décomposition de (r) et conduit à la syzygie

$$(10) \qquad u^2 u'' = u(\mathrm{A}n - h'q) + 12hp - 18nu'.$$

» Prenons pour invariant B le catalecticant de M. Sylvester. On sait qu'alors l'invariant quadratique de Q est égal à $\frac{1}{12}(\mathrm{A}^2 - 36\mathrm{B})$. Formant cet invariant au moyen des coefficients de Q (formule 6), l'égalant à $\frac{1}{12}(\mathrm{A}^2 - 36\mathrm{B})$ et réduisant au moyen des relations (5), on trouve

$$(11) \qquad u\mathrm{B} = \mathrm{A}u' - (p),$$

ce qui donne la décomposition de (p), et conduit en même temps, pour définir B, à la syzygie

$$(12) \qquad 3u^2\mathrm{B} = u(3\mathrm{A}u' - 2qs) + q^3 - 27u'^2 - 3hq' + 2\mathrm{A}hq.$$

» L'expression complète de S étant, en vertu de (7) et de (9),

$$(13) \qquad \mathrm{S} = sx^2 + u''xy + [u(\mathrm{A}q - q') - hs]y^2,$$

si l'on opère avec S sur Q, et qu'on désigne le résultat par $2\mathrm{A}s - 6s'$, on obtient, pour définir S′, la syzygie

$$(14) \qquad 3us' = (\mathrm{A}^2 - 36\mathrm{B})h + 36u's + q(3q' - 4\mathrm{A}q) - u\mathrm{A}s.$$

» Il serait trop long de donner ici jusqu'au bout les détails de la marche suivie; je dois seulement indiquer, avant d'écrire les groupes de formules obtenus, quelle définition j'ai été conduit à adopter pour chacune des

formes du Tableau, en vue de simplifier les syzygies le plus possible. Ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une prochaine Communication. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Etudes sur les fractions continues périodiques;* par M. E. DE JONQUIÈRES.

« XXIII. De ce qui précède on conclut que :

» THÉORÈME XXXV. — *Dans tous les groupes réguliers* (E_d), *la période de Lagrange comprend un nombre entier de périodes binaires consécutives du second mode qui forment, pour ainsi dire, son ossature.*

» Cela est vrai, même dans les cas exceptionnels (théor. XXVIII), où *toutes* les réduites du second mode ne coïncident pas, respectivement, avec celles du premier mode.

» Donc, en résumé, s'il s'agit des nombres *quelconques* d'une famille $\overline{a_1 n}^2 + d_1 n$, les réduites des deux modes, après être parties de la même origine $\frac{a_1}{1}$, se rejoignent en i, où leur valeur commune est $\frac{4a_1^2 + d_1}{2a_1}$. Dès ce moment, et bien que convergeant vers la même valeur finale, elles se séparent pour ne se confondre de nouveau qu'à l'infini.

» Au contraire, s'il s'agit de nombres appartenant à l'un des groupes (E_d) de cette même famille, les réduites du premier mode, quoique suivant une route plus longue et en quelque sorte plus sinueuse, rejoignent sans cesse celles du second mode à des étapes déterminées et périodiques.

» XXIV. Deux exemples vont me servir à éclairer quelques points de la théorie dont je viens d'exposer les traits. Soit d'abord la forme $E = \overline{an}^2 + 7n$, définie par la valeur $d_1 = 7$. Elle se subdivise (X) en six genres, correspondant, respectivement, à $a = 7\lambda \pm 1, \ \pm 2, \ \pm 3$. Ne pouvant, faute de place, les examiner tous ici, je choisirai celui $E = \overline{(7\lambda - 3)n}^2 + 7n$, d'où dérivent les familles (en nombre infini) $E = \overline{4n}^2 + 7n, = \overline{11n}^2 + 7n, = \overline{18n}^2 + 7n, \ldots$ etc., parmi lesquelles je prendrai (sauf à écrire les résultats sous une forme plus générale quand cela sera utile) la famille $E = \overline{11n}^2 + 7n$, définie par $\lambda = 2$, $E = -3$, $d_1 = 7$, $a_1 = 11$.

» Les groupes (E_d), au nombre de 7, sont, en les rangeant selon l'ordre de longueur de leurs périodes :

(E_1),	déterminé par	$i' = 5$	et dont la période a	8	termes.
(E_2),	»	$i' = 6$	»	10	»
(E_3),	»	$i' = 4$	»	18	»
(E_4),	»	$i' = 2$	»	20	»
(E_5),	»	$i' = 1$	»	24	»
(E_6),	»	$i' = 3$	»	38	»
(E_0),	»	$i' = 0$	»	46	»

» Leurs périodes (ou demi-périodes) respectives sont :

(E_1).. $[(2\lambda-1), 6, 1, (2a_1k+14), 1, 6, (2\lambda-1), 2a_1n]$,

(E_2).. $[(2\lambda-1), 6, 1, (2a_1k+18), 2a_1d_1, (2a_1k+18), 1, 6, (2\lambda-1), 2a_1n]$,

(E_3).. $[(2\lambda-1), 6, 1, (2a_1k+11), 1, 2, 1, 1, 2(\lambda-1), 1, 1, 2, 1, (2a_1k+11), 1, 6, (2\lambda-1), 2a_1n]$,

(E_4).. $[(2\lambda-1), 6, 1, (2a_1k+5), 2, 3, 2(\lambda-1), 1, 6, (2a_1k+6)$ = terme central, etc.,

(E_5).. $[(2\lambda-1), 6, 1, (2a_1k+2), 3, 2, 2(\lambda-1), 1, 2, 1, 1, (2a_1k+2)$ = terme central, etc.,

(E_6).. $[(2\lambda-1), 6, 1, (2a_1k+8), 1, 1, 2, 1, 2(\lambda-1), 2, 3, (2a_1k+9), 6, 1, (2\lambda-1), 3, 2(2a_1k+9), 2a_1d_1)$ = terme central, etc.,

(E_0).. $[(2\lambda-1), 6, 1, (2a_1k-1), 6, 1, 2(\lambda-1), 3, 2, (2a_1k-1), 1, 1, 2, 1, 2(\lambda-1), 2, 3, (2a_1k-1), 1, 21, 1, 2(\lambda-1)$ = terme central, etc.

» Il y a lieu de remarquer que les groupes (E_4), (E_5) sont du type (E_1), avec terme algébrique central et période pairement paire. Le groupe (E_6) est du type (E_2) amplifié, ayant comme lui $2a_1d_1$ pour terme central, intercalé entre deux termes algébriques, et, par suite, une triade de coïncidences au milieu de la période en outre de la triade finale, etc.

» XXV. Étudions encore la période du groupe (E_0) commune à toutes les familles du genre $E = \overline{(13\lambda-4)n}^2 + 13n$, où $n = 13^2K = 13A'$, en écrivant, pour abréger, $13K = A'$. En suivant la marche de calcul ordinaire, on trouve, pour la valeur de x_7 :

$$x_7 = \frac{169}{1-[(169\lambda-52)A'-104]} = \frac{1+[(169\lambda-52)A'-104]}{(208\lambda-63)A'-64} = 1 + \ldots.$$

Arrivé à ce point de l'opération, c'est-à-dire après avoir obtenu les six premiers termes de la période, si l'on ne voulait avoir que la *séquence* suivante, il suffirait (XI) de faire la recherche du plus grand commun diviseur entre $2(169\lambda-52)A'$ et $(208\lambda-63)A'$, comme le montre le Tableau ci-après :

Quotients.		1.	1.	1.	1.	1.	1.	$2(\lambda-1)$	1.	3.	2.	1.
Dividendes et diviseurs.	$338\lambda-104$	$208\lambda-63$	$130\lambda-41$	$78\lambda-22$	$52\lambda-19$	$26\lambda-3$	$26\lambda-16$	13	10	3	1	1
Restes	$130\lambda-41$	$78\lambda-22$	$52\lambda-19$	$26\lambda-3$	$26\lambda-16$	$+13$	$+10$	3	1	1	0	

On remarquera que, afin de faire tomber le reste zéro à un rang impair (selon la règle), on a écrit 2 au lieu de 3 à l'avant-dernier quotient, ce qui a fourni un reste et un quotient de plus. Ces mêmes quotients, ou termes de la période, peuvent s'obtenir en suivant le procédé de calcul ordinaire, ce qui va nous donner l'occasion de faire quelques remarques utiles. On arrive de la sorte aux résultats suivants :

$$x_{12} = \frac{(130\lambda - 15)A' - 1}{1 - [(39\lambda + 28)A' + 1]} = \frac{1 + [(39\lambda + 28)A' + 1]}{(208\lambda - 128)A' + 1}$$
$$= 1 + \frac{1 - [169\lambda - 156]A'}{(208\lambda - 128)A' + 1},$$
$$x_{13} = \frac{(208\lambda - 128)A' + 1}{1 - (169\lambda - 156)A'} = \frac{1 + (169\lambda - 156)A'}{13^2 A'}$$
$$= 2(\lambda - 1) + \frac{1 - (169\lambda - 182)A'}{13^2 A'}$$
$$x_{14} = \frac{169 A'}{1 - (169\lambda - 182)A'} = \frac{1 + (169\lambda - 182)A'}{(260\lambda - 180)A' + 1} = 1 + \ldots,$$

où l'on doit remarquer : 1° que le terme indépendant de A' au dénominateur de la deuxième expression de x_{12} et de x_{14} est $+1$; 2° que le numérateur de la troisième expression de x_{12} n'a plus de terme indépendant de A'; enfin que le dénominateur de la deuxième expression de x_{13} est kd_1^3, d'où il suit que le quotient suivant est un terme générique $2(\lambda - 1)$, fonction de λ, apparaissant à un rang impair; etc.

» Ces trois circonstances coexistent *toujours*, et dans le même ordre de succession, avec l'apparition d'un terme *générique*, quel que soit le type, le genre ou le groupe (E_d) sur lequel on opère, etc.

» Dans cet exemple, si l'on prend $\lambda = 1$, d'où résulte la famille initiale $E = \overline{9n}^2 + 13n$, la séquence ci-dessus est réduite à neuf termes au lieu de onze, par suite de la disparition du terme $2(\lambda - 1)$, et comme d'autres séquences sont dans le même cas, la période entière, au lieu de se composer des cent deux termes [1] propres aux groupes (E_0) de toutes les autres familles du genre considéré, n'en comprend plus alors que quatre-vingt-six, etc.

---

(1) Cette période générale et complète est la suivante :

$(2\lambda-1)$, 2, 1, 1, 2, $(2ak-1)$, 1, 1, 1, 1, 1, 1, $2(\lambda-1)$, 1, 3, 2, 1, $(2ak-1)$,
3, 4, $(2\lambda-1)$, 6, 2,
$(2ak-1)$, 1, 1, 5, 1, $2(\lambda-1)$, 1, 1, 5, 1, $(2ak-1)$, 6, 2, $(2\lambda-1)$, 1, 12,
$(2ak-1)$; 1, 12, $(2\lambda-1)$,
3, 4, $(2ak-1)$ 1, 2, 3, 1, $2(\lambda-1)$ = terme central, 1, 2, etc.,

» XXVI. Un dernier mot avant de finir. On peut demander s'il n'existe pas pareillement des coïncidences de réduites entre la période de Lagrange résultant de $\sqrt{E} = \sqrt{an^2 + dn}$ et celle que, pour un même nombre E donné, fournirait la fraction continue du second mode et du deuxième système, où $\sqrt{E}$ serait exprimé par $\sqrt{bn^2 - en}$. La réponse à cette question est la suivante : il n'y a pas de coïncidences de cette espèce, autres que celles définies par les théorèmes III, IV, V et VI de ma Note du 26 février. »

OPTIQUE. — *Sur la réflexion de la lumière à la surface d'un liquide agité.* Note de M. L. LECORNU.

« Lorsqu'un point lumineux se réfléchit à la surface d'un liquide agité, l'ensemble des points éclairés dessine une sorte de fuseau, allongé suivant la trace du plan vertical passant par le point lumineux et par l'œil de l'observateur, et plus ou moins renflé transversalement à cette trace.

» Pour analyser ce phénomène, on peut admettre que chaque élément de la surface primitivement horizontale est susceptible d'osciller autour d'un de ses points en prenant toutes les positions qui forment, avec la position primitive, un angle inférieur à un angle donné. On supposera en outre qu'un élément donné passe réellement, dans un temps très court, par toutes les positions compatibles avec l'existence de l'angle limite. Dès lors, pour savoir si un point de la surface paraît éclairé, il suffit de le joindre d'un côté au point lumineux, de l'autre, à l'œil de l'observateur, de mener la bissectrice intérieure de l'angle ainsi obtenu et de voir si cette bissectrice forme avec la verticale un angle inférieur à l'angle limite d'agitation. La courbe, lieu des points pour lesquels l'égalité est atteinte, donne le contour de l'image à la surface du liquide.

» Un calcul facile conduit à l'équation de ce contour : c'est une équation du sixième degré. La courbe possède à l'origine un point double. Quand l'agitation du liquide est assez faible, ce point double est isolé; le reste se compose de deux branches hyperboliques, dont les asymptotes passent par la trace du rayon visuel aboutissant au point lumineux et d'un ovale tangent aux deux asymptotes. L'ovale satisfait seul à la question d'optique : pour les points appartenant aux branches infinies, c'est la bissectrice extérieure qui possède l'inclinaison voulue sur la verticale.

» Les formules se simplifient quand le point lumineux est à l'infini et, dans ce cas, il suffit de mesurer l'inclinaison du rayon visuel qui aboutit

au point éclairé le plus éloigné (ou le plus rapproché) de l'observateur, pour avoir un moyen pratique d'apprécier le degré d'agitation du liquide. »

PHYSIQUE. — *Sur la variation de la constante capillaire des surfaces eau-éther, eau-sulfure de carbone sous l'action d'une force électromotrice.* Note de M. **Krouchkoll**, présentée par M. Jamin.

« Dans le cours d'expériences, dont j'aurai bientôt l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie, j'ai remarqué que les liquides isolants, tels que le sulfure de carbone, l'éther, l'essence de térébenthine, non miscibles à l'eau, lorsqu'ils se trouvaient en contact avec cette dernière acquéraient une conductibilité notable, facile à constater à l'aide de l'électromètre Lippmann. Il était intéressant de rechercher si la constante capillaire à la surface de contact d'un tel liquide et de l'eau ne variait pas sous l'action d'une force électromotrice. Les expériences décrites plus bas ont montré que la constante capillaire des surfaces eau-éther, eau-sulfure de carbone, varie sous l'action d'une force électromotrice dans le même sens que celle de la surface eau-mercure.

» I. On peut montrer par une expérience directe que l'éther, au contact de l'eau saturée de sulfate de zinc, se polarise par un courant de la même manière que le ferait une électrode métallique. Dans un tube en U on verse du sulfate de zinc dans l'une des branches et de l'éther dans l'autre; une lame de zinc amalgamé plonge dans le sulfate de zinc et une autre lame enveloppée dans du papier buvard imbibé du même sel plonge dans l'éther, de façon à empêcher le contact entre celui-ci et le zinc nu. Ces deux lames en contact avec du sulfate de zinc forment deux électrodes impolarisables. Elles sont alternativement mises en communication au moyen d'un commutateur convenable avec l'électromètre capillaire et avec une pile de quatre éléments Bunsen. On fait passer le courant pendant un instant et l'on établit la communication avec l'électromètre : ce dernier accuse, par un déplacement du ménisque, que l'éther est polarisé au contact du sulfate de zinc. La polarisation augmente avec la durée du courant polarisant, ce qui prouve que le déplacement de l'électromètre est bien dû à une polarisation et non pas à une charge statique des électrodes. Du reste, ce déplacement est bien plus lent que dans le cas d'une décharge statique.

» 2. Un tube dans le genre de celui de l'électromètre Lippmann est soutenu verticalement et son bout capillaire plonge dans de l'eau saturée d'azotate d'urane contenue dans un verre. Ce tube est rempli d'éther

saturé du même sel. Un fil de platine plonge dans l'éther et arrive jusqu'à la naissance de la partie capillaire du tube; un autre fil de platine plonge dans l'eau. Un microscope pourvu d'un micromètre oculaire est fixé horizontalement et braqué sur le ménisque éther-eau. Lorsque celui-ci a pris sa position d'équilibre dans le tube capillaire, on met les deux électrodes de platine en communication avec les pôles d'une pile de quinze éléments Bunsen, de manière que le pôle négatif de la pile communique avec le fil plongeant dans l'éther. On constate que le ménisque se déplace et monte dans le tube. Ce déplacement devient de plus en plus lent, à mesure que le ménisque avance; arrivé à un point il s'arrête, s'y maintient pendant quelques instants, pour se mettre à redescendre d'abord lentement, puis un peu plus vite. Le ménisque passe ainsi par une position maxima. Si, pendant que le ménisque descend, après avoir passé par cette position maxima, on intervertit à l'aide d'un commutateur le sens de la polarisation, le ménisque revient vers sa position maxima et de là il se met de nouveau à descendre. Avec une force électromotrice de quinze éléments le déplacement de l'image est très visible. Si l'on diminue graduellement la force électromotrice de la pile (tout en laissant le pôle négatif de la pile en communication avec l'éther), on constate que les déplacements du ménisque deviennent plus lents et que le temps qu'il met pour atteindre sa position limite (en montant) devient de plus en plus long; les mouvements sont surtout lents aux environs de cette position. Si, pendant qu'il monte, on intervertit le sens du courant polarisant (en mettant le pôle positif en communication avec l'éther), le ménisque s'arrête un instant pour se mettre à descendre, d'abord assez vite, puis de plus en plus lentement.

» Avec 5 éléments Bunsen, le pôle négatif communiquant avec l'éther, le ménisque est monté d'abord relativement vite (10 divisions micrométriques en trois minutes); puis, après s'être déplacé de 18 divisions, il s'est arrêté, pendant une heure, dans une position invariable. Quand on a changé le sens de la polarisation, le ménisque est redescendu d'un mouvement qui allait en se ralentissant.

» Ces expériences s'expliquent bien par la variation de la constante capillaire de la surface eau-éther avec la différence électrique à cette surface : lorsque cette dernière croît d'une manière continue, la constante capillaire croît d'abord, atteint un maximum et décroît ensuite. La résistance de l'éther, même saturé d'azotate d'urane, étant énorme, l'électricité arrive à la surface du ménisque très lentement et l'influence de la déperdition devient très grande. La différence électrique au ménisque varie donc

très lentement et d'autant plus lentement que la force électromotrice de la pile est plus faible, par suite la vitesse du déplacement du ménisque varie dans le même sens. Ce déplacement se ralentit à mesure que la constante capillaire s'approche de son maximum; il se ralentit aussi à mesure que le ménisque descend (lorsque l'éther communique avec le pôle positif), car, dans ce cas, la colonne capillaire s'allongeant, le temps que met l'électricité pour arriver au ménisque croît de plus en plus.

» Ces expériences ont été répétées avec du sulfure de carbone et de l'eau acidulée; elles ont donné les mêmes résultats. Le sulfure de carbone, contenant des traces d'eau, étant plus résistant que l'éther, il faut employer des forces électromotrices plus grandes. Dans une série de ces expériences, on s'est servi d'un électrophore qu'on déchargeait à travers le sulfure de carbone.

» 3. On peut reproduire, avec l'éther et le sulfure de carbone, les expériences bien connues de M. Lippmann, qui consistent à faire couler du mercure par la pointe d'un entonnoir effilé plongeant dans de l'eau acidulée, contenue dans un vase au fond duquel se trouve du mercure, ou à déformer mécaniquement la surface eau-mercure. Pour la première expérience, on se sert de l'appareil décrit plus haut. Il suffit de laisser couler l'éther ou le sulfure de carbone et de mettre les deux électrodes de platine en communication avec un électromètre capillaire. Le déplacement du ménisque de celui-ci indique que l'éther ou le sulfure de carbone s'électrise négativement.

» Pour la seconde expérience, je me sers d'un tube en U, contenant dans une de ses branches du sulfure de carbone ou de l'éther saturé d'azotate d'urane dans l'autre de l'eau acidulée ou saturée d'azotate d'urane. Les deux liquides sont mis en communication avec un électromètre Lippmann. On compense la différence électrique qui existe presque toujours entre les fils au contact des liquides, à l'aide d'une dérivation prise sur le circuit d'un daniell. L'équilibre électrique atteint, on incline le tube autour d'une horizontale passant par les axes de ses deux branches, et l'on constate, par le déplacement du ménisque, que l'éther ou le sulfure de carbone s'électrise négativement. En ramenant le tube dans sa position primitive, l'électromètre revient à son point de départ. Dans cette expérience, on peut remplacer l'électromètre par un galvanomètre à fil fin et le tube en U par deux vases contenant l'un de l'eau acidulée ou saturée d'azotate d'urane, l'autre ce même liquide que surnage une couche de sulfure de carbone ou d'éther (saturé d'azotate d'urane), les deux vases communiquant

entre eux par un tube recourbé ou par une mèche mouillée. Cette expérience réussit particulièrement bien avec l'éther et l'eau saturés d'azotate d'urane ([1]). »

THERMOCHIMIE. — *Formation du glycolate de soude bibasique.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que l'acide glycolique offre le double caractère d'un acide alcool, et qu'à ce titre il peut former deux ordres de sels, les uns analogues aux acétates, les autres aux alcoolates.

» Or, en étudiant la chaleur de formation de divers sels de l'acide glycolique, j'ai précédemment indiqué que l'addition d'un excès de soude à une dissolution de glycolate neutre de soude donnait lieu à un phénomène thermique appréciable, et que ce dégagement de chaleur démontrait l'existence de combinaisons bibasiques ([2]). Ces composés, dans lesquels l'acide glycolique $C^4H^2(H^2O^2)O^4$ serait doublement saturé par l'alcali, sont à la fois des sels neutres et des alcoolates. D'après ce que je viens de dire, j'ai pensé qu'il était utile de les étudier, non seulement sous forme dissoute, mais même à l'état anhydre. J'ai isolé sous cette forme le glycolate de soude bibasique.

» Pour le préparer, on fait une dissolution légèrement sursaturée de glycolate neutre de soude (100 parties de sel dans 110 à 120 parties d'eau tiède). On y ajoute une dissolution saturée de soude caustique (donnant des cristaux d'hydrate), de manière qu'il y ait deux équivalents de soude pour un de sel neutre. On expose le mélange dans le vide pendant plusieurs jours. Les premiers cristaux qui se déposent sont desséchés à l'abri de l'air sur des plaques de porcelaine poreuses qui absorbent les eaux mères.

» Le corps obtenu est cristallisé en petites aiguilles; très déliquescent.

» Il a donné à l'analyse :

		Calculé pour $C^4H(NaHO^2)NaO^4, 4HO$.
NaO totale	39,63	39,74
NaO libre (par l'alcalimétrie)	19,97	19,87
HO (eau éliminée à 180° dans un courant d'hydrogène)	22,36	23,07

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jamin à la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 712.

» Cette substance a été dissoute dans l'eau, de manière que $1^{éq}$ occupe 6^{lit} de liquide. On a obtenu $-0^{Cal},36$ à $+20°$ pour la chaleur de dissolution.

» La liqueur additionnée d'une quantité d'acide sulfurique ($1^{éq}=2^{lit}$) capable de saturer la moitié de la soude totale a donné $+15^{Cal},17$, la dissolution devenant neutre.

» On devrait avoir $+15^{Cal},85$ (¹) $-0^{Cal},71$ (²) $=+15^{Cal},14$.

» Enfin on a ajouté au liquide obtenu une nouvelle portion d'acide égale à la première, ce qui a donné $+2^{Cal},19$. La théorie indique

$$+15^{Cal},85-13^{Cal},55\ (^3)=+2^{Cal},30.$$

» Ces deux dernières expériences prouvent que ce composé est bien un glycolate bibasique.

» De la chaleur de dissolution $-0^{Cal},36$ et des données précédemment acquises, on déduit pour la réaction

$$2NaHO^2\,\text{sol.}+C^4H^4O^6\,\text{sol.}=C^4H(NaHO^2)NaO^4,4HO\,\text{sol.}\ \ .\ +31^{Cal},42.$$

» Ce composé, séché à 180° dans un courant d'hydrogène, devient anhydre. Dans cet état, sa chaleur de dissolution a été trouvée, à 20°, de $+9^{Cal},18$. Comme pour le sel hydraté, on a ajouté au liquide successivement $2^{éq}$ d'acide sulfurique. Ces additions ont donné lieu aux mêmes vérifications.

» On déduit de ce nombre

$$2NaHO^2\,\text{sol.}+C^4H^4O^6\,\text{sol.}=C^4H(NaHO^2)NaO^4\,\text{sol.}+2H^2O^2\,\text{sol.}$$
$$=+24^{Cal},76.$$

» On a trouvé $+24^{Cal},64$ pour la chaleur de formation du sel neutre de soude anhydre (⁴)

$$NaHO^2+C^4H^4O^6=C^4H^3NaO^6+H^2O^2\,\text{solide}.$$

» Il suit de là que le sel alcalin anhydre est formé avec un dégagement de chaleur sensiblement nul, $+0^{Cal},12$. Au contraire, lorsqu'il s'unit à l'eau

(¹) Chaleur de neutralisation de l'acide sulfurique par la soude mesurée à + 20°.

(²) Action de $1^{éq}$ de soude sur $1^{éq}$ de glycolate neutre à + 20°.

(³) Chaleur de neutralisation de l'acide glycolique par la soude à + 20°.

(⁴) Voir *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 649.

pour donner un hydrate, cet hydrate dégage dans sa formation $+6^{Cal},62$, ce qui paraît expliquer les conditions de cette formation.

» Si l'on rapporte la formation du sel bibasique à la soude anhydre

$$C^4H(H^2O^2)NaO^4 \text{ sol.} + NaO \text{ sol.} = C^4H(NaHO^2)NaO^4 \text{ sol.} + HO \text{ sol.},$$

on trouve $+17^{Cal},27$, ce nombre représentant précisément la chaleur d'hydratation de la soude anhydre.

» Plus généralement,

$$C^4H^4O^6 + Na^2O^2 = C^4H^2Na^2O^6 + H^2O^2 \text{ solide dégage} + 58^{Cal},92.$$

» J'aurai occasion de me servir de ces données dans l'étude d'autres réactions. »

CHIMIE. — *Sur les hydrates de baryte*. Note de M. **E.-J. Maumené**.

« L'hydrate obtenu par cristallisation dans l'eau a été l'objet de beaucoup d'études; Filhol et d'autres ont indiqué 8 HO; plusieurs chimistes, parmi lesquels M. Lescœur, donnent 9 HO. En bonne logique on doit prendre la moyenne 8,5 HO; vers la fin de 1879, une indication catégorique 8,5 a même été donnée.

» L'expérience donne très exactement ce nombre en opérant par la méthode suivante, dont je crois l'emploi très sûr et d'une grande généralité. On fait sécher l'hydrate au moyen de l'hydrate inférieur. Ainsi, après avoir obtenu les cristaux dans une solution aqueuse, vers $+15^\circ$, on les place de suite sur une plaque de biscuit sous une cloche aussi petite que possible, au-dessus d'un vase contenant de l'hydrate $BaO(HO)^{2,83}$, dont je vais parler. En deux ou trois jours le premier hydrate est parfaitement sec et bon pour l'analyse.

» J'ai trouvé cet hydrate absolument formé à poids égaux :

BaO	50
HO	50
	100

» Il faut, pour s'en assurer, doser BaO, soit par l'acide sulfurique, soit par la chaleur, en tenant compte, dans ce second procédé, de la *véritable composition de l'hydrate fondu*.

» Par l'acide sulfurique, on trouve :

Hydrate.	BaO, SO^3.	BaO en centièmes.
gr 1,045	0,797	50,08
3,414	2,601	50,03
2,635	2,004	49,94
		150,05
Moyenne		50,02

» Par la chaleur on obtient des résultats dont l'interprétation nécessite l'analyse exacte de l'hydrate fondu. On admet que cet hydrate est BaO, HO, non pas d'après une analyse rigoureuse, mais d'après un véritable préjugé sur l'existence d'un hydrate à un HO pour tous les corps même de la nature la plus différente.

» *Acides.* — Tous *doivent* offrir l'hydrate A, HO.

» *Bases* (oxydes). — Tous *doivent* donner le même hydrate B, HO.

» *Sels.* — Tous aussi *doivent* présenter S, HO, etc.

» Ce préjugé n'est appuyé par aucune expérience rigoureuse.

» L'expérience, très sûre avec la baryte, le dément de la manière la plus évidente.

» Après avoir fondu, au rouge presque sombre, l'hydrate 8,5 HO qui éprouve une première fusion aqueuse, puis une seconde, on trouve (par l'acide sulfurique):

Hydrate.	BaO, SO^3.	BaO en centièmes.
1,477	1,868	87,49
0,929	1,236	87,56
2,368	3,152	87,41
		146
Moyenne		87,49

» Ainsi, l'hydrate fondu au rouge est bien

$$BaO(HO)^{1214} \quad \text{ou} \quad (BaO)^{1000}(HO)^{1214}$$

contenant

BaO	87,500
HO	12,500
	100,000

» En raison de cette composition, l'hydrate formé dans la solution aqueuse, vers + 15°, donne des chiffres dont l'interprétation peut être faite avec exactitude.

» Voici les principaux résultats d'un grand nombre d'expériences concordantes :

Hydrate.	Résidu au rouge.	BaO en centièmes [1].
3,299	1,886	49,66
1,312	0,748	49,89
4,541	2,598	50,06
2,044	1,160	50,02
6,392	3,659	50,09
		249,72
	Moyenne	49,944

» Ces résultats s'accordent aussi bien qu'on peut le désirer avec les indications théoriques.

» Il me reste maintenant à parler de l'hydrate intermédiaire entre 8,5 HO et 1,214 HO. Beaucoup de chimistes paraissent croire à l'existence d'un hydrate 2HO.

» En appliquant la méthode générale dont j'ai parlé, c'est-à-dire en plaçant l'hydrate 8,5 HO sous une cloche avec huit ou dix fois son poids d'hydrate fondu au rouge, pulvérisé, on obtient la réduction, à un poids constant, du premier hydrate par l'action du corps fondu qui absorbe peu à peu l'eau de ce premier hydrate; la réduction est prompte si l'on chauffe l'hydrate cristallisé dans de l'eau tiède.

» On obtient ainsi un hydrate dont la forme semble conservée, mais en devenant opaque, et dont l'analyse se rapproche beaucoup des nombres théoriques 2,83, qu'on fasse l'analyse par la chaleur ou par l'acide sulfurique.

» La baryte est loin de faire exception parmi les hydrates; tous sont soumis à la même loi. Les nombreux résultats obtenus par MM. Fremy, Filhol, Deville et autres, s'accordent avec les indications de cette loi.

» L'hydrate de soude obtenu par le procédé de M. Terreil (sulfate et baryte) m'a donné des résultats conformes.

» L'hydrate cristallisé dans l'eau contient $NaO(HO)^{3,44}$ et, après fusion dans le platine, $NaO(HO)^{1,14}$.

---

(1) Le résidu 1,886 contenant $\frac{87,5}{100}$ de son poids en BaO, on a

$$1,886 \times \frac{87,5}{100 \times 3299} = 49,66.$$

» Les hydrates à un HO ne se produisent que par exception et très rarement. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la panification*. Note de M. V. MARCANO, présentée par M. Wurtz.

« Le Mémoire que M. G. Chicandard vient de présenter sur ce sujet à l'Académie dans sa séance du 28 mai 1883 m'oblige à faire connaître quelques-uns des résultats que j'ai obtenus par l'étude de la panification, résultats qui, tout en étant d'accord avec les principales conclusions de l'auteur, se trouvent en contradiction avec elles sur d'autres points. J'espère que les faits signalés plus bas feront disparaître cette discordance et partant contribueront à élucider quelques détails encore très obscurs de la question.

» Je dois dire d'abord, parce que j'attache une très grande importance dans ces études à la localité où l'on opère, que les observations que je vais rapporter ont été faites au Venezuela, pays situé sous les tropiques.

» 1° Je n'ai jamais pu déceler dans la masse du pain qui fermente aucune trace de *saccharomyces*. L'organisme qui y pullule abondamment est une sphéro-bactérie mobile.

» 2° Pendant le processus de la panification, le gluten et une partie des albuminoïdes sont dissous partiellement et transformés en peptone, non précipitable par le tannin, etc. Il s'y fait aussi de l'*amylase*, produit de sécrétion des microbes.

» Tous ces résultats sont parfaitement d'accord avec ceux qui ont été annoncés par M. Chicandard. Mais, tandis qu'il ne constate pas la solubilisation de la fécule, c'est le contraire qui a lieu dans la fermentation panaire telle qu'elle s'accomplit dans le pays dans lequel je l'ai observée. Dans la pâte on trouve, au commencement de la fermentation, un mélange de beaucoup des érythro-dextrines avec relativement peu d'amidon soluble, et plus tard, au moment de mettre au four, des quantités notables des achro-dextrines. J'ai pu même isoler ces produits en nature. La panification, dans ce cas, est donc un exemple de fermentation directe de la fécule, fermentation dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie dans sa séance du 14 août 1882.

» Il importe de noter qu'au Venezuela on emploie pour faire le pain des farines mélangées avec des fécules, et par suite très pauvres en gluten. Comme il est facile de s'en assurer, la bactérie n'attaque la fécule qu'après

avoir épuisé les albuminoïdes. Ceci explique, d'une part, la fermentation active et immédiate de la fécule et, de l'autre, la nécessité qu'éprouvent les industriels de la localité d'employer des ferments très actifs développés au moyen du maïs, des pommes de terre, du *vesou*, de la canne à sucre, etc., afin d'avoir une pâte qui lève bien.

» Le fait rapporté plus haut se produit toutes les fois que sous les tropiques on abandonne à elle-même une graine, un fruit, une racine, féculents réduits en pulpe; une fermentation active et immédiate se déclare dans la masse. La fécule disparaît par l'action vitale des bactéries, et la cellulose reste seule à la fin.

» Il y a plus, si l'on ensemence de la levûre produite en Europe et conservée pendant le transport avec de la glace dans de la farine humectée d'eau, on ne tarde pas à voir la levûre disparaître pour céder le pas aux bactéries.

» J'ai voulu répéter ces jours derniers à Paris des fermentations directes de la fécule, telles que j'ai l'habitude de les pratiquer en Amérique, et j'ai échoué dans tous les essais; l'amidon est resté presque intact.

» Il m'a semblé intéressant de publier ces expériences comparatives, parce qu'elles indiquent que dans les études de fermentation il faut tenir compte grandement des circonstances locales, mal connues encore, qui aident, entravent ou même changent le sens du phénomène.

» En résumé, je crois que la fermentation panaire est due principalement à des bactéries, mais que la nature variable de ces organismes peut produire dans la pâte des substances différentes. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction artificielle de la barytine, de la célestine et de l'anhydrite.* Note de M. A. **Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note communiquée à l'Académie [1] j'ai fait connaître le moyen de reproduire artificiellement la hausmannite à l'aide du chlorure de manganèse.

» Je me suis assuré depuis que la présence des iodure et bromure manganeux, ainsi que celle des chlorures des métaux proprement dits, terreux ou alcalins, ordinairement associés au manganèse dans ses minerais, n'empêchait pas la formation des cristaux de hausmannite et que ceux-ci ne renfermaient que de petites quantités des bases ajoutées.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1144.

» Je suis enfin parvenu à obtenir, associés ensemble, le même minerai avec la gangue de barytine qui l'accompagne à Ilmenau, en employant du chlorure de manganèse saturé au rouge de sulfate de baryte [1].

» Cette solubilité inattendue du sulfate de baryte dans le chlorure de manganèse a été le point de départ du travail que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie, travail dans lequel je signale l'action dissolvante de quelques chlorures fondus sur les sulfates alcalino-terreux et l'analogie des produits cristallisés obtenus par refroidissement de ces mélanges fondus avec la barytine, la célestine et l'anhydrite [2].

» Voici le Tableau de quelques solubilités observées, à 5 pour 100 près :

Dissolvants.	Rouge cerise pour 100.	Rouge orangé pour 100.	Sulfates dissous.
MnCl............	40	100	BaO,SO^3
MnCl............	»	87	StO,SO^3
MnCl............	»	77	CaO,SO^3
NaCl............	100	160	BaO,SO^3
NaCl............	60	140	StO,SO^3
NaCl............	100	150	CaO,SO^3
KCl............	35	95	BaO,SO^3
KCl............	»	60	StO,SO^3
KBr............	»	3	StO,SO^3
KI............	»	27	StO,SO^3
BaCl............	35	65	BaO,SO^3
BaCl............	35	100 minimum	CaO,SO^3
StCl............	40	80	StO,SO^3
CaCl............	40	80	CaO,SO^3

» La solubilité des sulfates alcalino-terreux dans leurs chlorures respectifs semble prouver que le résultat de l'action des autres chlorures sur les mêmes sulfates est une simple dissolution.

» *Préparation.* — Lorsque le chlorure employé comme dissolvant est fusible à une température peu élevée, comme le chlorure de manganèse, on obtient de beaux cristaux après un refroidissement gradué du sel saturé de sulfate au rouge orangé. Avec les chlorures moins fusibles, ce moyen ne donne que des aiguilles fines et quelques prismes plus gros,

---

(1) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, juin 1883.

(2) Manross, en 1852 (*Annalen der Ch. und Pharm.*, vol. LXXXII, p. 348), a reproduit ces espèces minérales, en maintenant fondu pendant une heure dans un creuset fermé le sulfate de potasse avec du chlorure de baryum, de strontium ou de calcium.

isolés et nets. Pour obtenir de belles cristallisations, on doit faire dissoudre au chlorure, à la température du rouge vif, plus de sulfate qu'il n'en peut retenir au rouge-cerise, amener le mélange à cette dernière température en un court espace de temps et continuer ensuite à refroidir lentement jusqu'à solidification.

» Ces diverses solutions s'opèrent presque instantanément avec les sulfates précipités, et en quelques minutes lorsqu'ils sont en morceaux.

» Les culots obtenus, traités par l'eau pure ou saturée des sulfates qui ne sont pas tout à fait insolubles dans l'eau, laissent un résidu insoluble entièrement cristallisé, incolore, bleuâtre, verdâtre ou rosé, dont le tiers environ se compose de fines aiguilles, légères et faciles à séparer par décantation des gros cristaux. Ceux-ci commencent à être mesurables dès que l'on opère sur 20gr de chlorure.

» *Analyse.* — L'eau de lavage ne contient pas de quantités notables de bases libres ou de chlorures alcalino-terreux, ce qui prouve qu'il ne se forme pas de sulfates alcalins; les cristaux ne retiennent pas de chlorures et conservent après les lavages leurs arêtes bien nettes, ce qui montre qu'il n'y avait pas, au sein des mélanges fondus, de combinaison entre les dissolvants et les sulfates; enfin les sels obtenus sont anhydres.

» Ces diverses observations rendaient inutile l'analyse des produits cristallisés; cependant, à titre de confirmation, j'ai dosé l'acide sulfurique dans l'anhydrite artificielle et trouvé à $\frac{3}{1000}$ près le chiffre exigé par la théorie.

Propriétés.	Densité.	Dureté.
$BaO\,SO^3$ cristallisé	4,44 à 4,50	3 à 3,5 rarement 2,5 à 3
Barytine	4,48 à 4,72	3 à 3,5
$StO\,SO^3$ cristallisé	3,93	3 à 3,5 rarement 2,5 à 3
Célestine	3,9 à 4	3 à 3,5
$CaO\,SO^3$ cristallisé	2,98	3 à 3,5 rarement 2,5 à 3
Anhydrite	2,85 à 2,96	3 à 3,5

» L'examen des cristaux, au point de vue cristallographique, est dû à l'obligeance extrême de M. Émile Bertrand.

» Voici les résultats auxquels est arrivé ce savant et habile minéralogiste.

» Le sulfate de baryte ne présente que les faces a^2 et e^1, et ses cristaux sont allongés suivant l'arête qui sépare les premières de ces faces. Les angles a^2 sur a^2, e^1 sur e^1 sont les mêmes que dans la barytine; le plan des axes est parallèle à g^1 et les bissectrices sont situées comme dans le sulfate

naturel ; l'écartement des axes est le même et la bissectrice aiguë, positive, est parallèle à la petite diagonale de la base comme dans la barytine.

» Le sulfate de strontiane affecte la même forme que celui de baryte, et, sauf l'écartement des axes optiques qui n'a pu être mesuré, les angles, la position du plan des axes, l'orientation des bissectrices, leur signe, tout est conforme à ce qui a lieu pour la célestine.

» Quant au sulfate de chaux cristallisé, son identité avec l'anhydrite est également complète. Même forme : lamelles rectangulaires appartenant au système orthorhombique et présentant trois clivages perpendiculaires; même bissectrice aiguë, positive, perpendiculaire à l'un des clivages, enfin, même écartement des axes optiques.

» Cette analogie frappante des sulfates cristallisés, obtenus à l'aide des chlorures fondus avec les sulfates naturels, surtout lorsque l'on considère l'abondance, dans la nature, des chlorures fusibles et des sulfates insolubles, permet de conclure que la barytine, la célestine et l'anhydrite ont dû être déposées de la solution de leurs sulfates amorphes dans divers chlorures fondus.

» Le chimiste ne peut aller plus avant, il doit laisser aux géologues et minéralogistes le soin de décider, d'après les faits observés dans les divers gisements, si le procédé de reproduction indiqué dans ce travail est admissible dans certains cas, ou s'il doit être absolument rejeté. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine et le mode de formation de la bauxite et du fer en grains.* Note de M. **Stan. Meunier.**

« On sait qu'on appelle *bauxite* une roche constituée essentiellement par l'hydrate d'alumine, ordinairement mélangé d'une quantité variable d'hydrate de peroxyde de fer. Elle fut découverte d'abord par Berthier, aux alentours des Baux (Bouches-du-Rhône) et retrouvée ensuite dans des localités très diverses et jusqu'à la Guyane française ([1]).

» La composition exceptionnelle de la bauxite a désigné cette roche à Henri Sainte-Claire Deville comme minerai d'aluminium; de plus, le même chimiste a augmenté l'intérêt de l'alumine en roche en y démontrant la présence constante du vanadium et du titane ([2]).

([1]) Stanislas Meunier, *Comptes rendus*, séance du 26 février 1872.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXI, p. 317 (1861).

» Le gisement de la bauxite, si exactement étudié par M. Coquand ([1]), n'est pas moins singulier que sa composition et conduit nécessairement à y reconnaître un produit émanant des profondeurs : « Les bauxites, dit-il, » se rangent sous la bannière des gîtes irréguliers auxquels on reconnaît » une origine geyserienne. »

» Quant au procédé chimique de cette formation, les géologues sont d'avis différents :

« L'origine des bauxites, dit M. Coquand, se rattache incontestablement à l'intervention de sources minérales qui ont apporté, soit dans les lacs, soit à la surface des sols immergés, les aluminates de fer et les diaspores qui constituent les minerais de bauxite. La structure pisiforme, indépendamment des circonstances géologiques, vient corroborer cette opinion. »

» Cependant, la bauxite étant insoluble, l'origine des pisolithes ne s'impose pas si clairement à l'esprit. D'ailleurs, M. Dieulafait ne s'en est pas tenu à l'opinion de M. Coquand :

« Quand, dit-il ([2]), les roches de formation primordiale, et particulièrement les granites, sont soumises à l'action de l'eau et des agents mécaniques, elles se désagrègent et se décomposent; le quartz et le feldspath non décomposés, réduits en sables, tombent au fond de l'eau, et la partie alumineuse et ferrugineuse provenant de la décomposition d'une partie du feldspath reste en suspension; elle ira se déposer à une distanee plus ou moins grande du lieu de décomposition, suivant que les vagues seront plus ou moins agitées. On a alors un hydrate d'alumine plus ou moins mélangé de sesquioxyde de fer, c'est-à-dire de la bauxite. »

» Malgré l'autorité justement acquise à M. Dieulafait et malgré le consentement tacite donné par des chimistes distingués ([3]), je ne puis accepter aisément une semblable interprétation des faits. Rien, je pense, n'autorise à dire que, sous l'action de l'eau, le feldspath se scinderait en silice et en alumine. Ebelmen nous a appris tout autre chose, et les expériences dans l'eau surchauffée n'ont jamais donné, avec le feldspath, que du kaolin.

» Il me semble que la solution du problème doit être cherchée dans une tout autre direction. C'est une pratique ordinaire des laboratoires que de précipiter l'alumine par du carbonate de chaux; mais il faut ajouter que le calcaire réalise la séparation de l'alumine même dans des conditions comparables à celles où ce minéral se trouve dans la nature. Un fragment

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XXVIII, p. 98 (1871).

([2]) *Comptes rendus*; t. XCIII, p. 804 (1881).

([3]) MM. Osmond et Witz, *Étude sur l'industrie du vanadium* (1882).

de marbre blanc, abandonné dans une solution de chlorure d'aluminium, détermine en quelques heures la prise du liquide en une masse gélatineuse, où sont retenues de grandes bulles d'acide carbonique. Une solution de chlorure d'aluminium, tombant goutte à goutte sur un bloc de calcaire, développe des concrétions tuberculeuses d'hydrate d'alumine.

» Ces expériences, recommencées en remplaçant le chlorure d'aluminium par le perchlorure de fer, donnent des résultats tout à fait comparables, et la limonite produite ne renferme pas trace de chlorure

» Naturellement, si l'on mélange le chlorure d'aluminium et le chlorure de fer, le calcaire en sépare des mélanges d'alumine et de limonite ayant toutes les compositions de bauxites.

» Il suffirait donc d'admettre que des sources renfermant les sels précédents jaillissent dans des assises de calcaire pour comprendre que le carbonate calcique soit rapidement remplacé par la bauxite. Celle-ci pourrait, dès lors, être interstratifiée, tout en pouvant avoir un âge bien plus récent que celui des couches encaissantes et à son voisinage le calcaire subsistant serait plus ou moins corrodé. Ces considérations s'appliquent évidemment, au même titre, aux gisements de bauxite et à ceux de fer en grains.

» Quant à l'origine du chlorure d'aluminium et du chlorure de fer supposés dans l'eau minérale, il sera bien légitime de l'attribuer à la réaction dans la profondeur d'eau surchauffée, chlorurée comme l'eau de mer motrice des volcans, sur les feldspaths et les autres composés alumineux et ferrugineux.

» En s'élevant dans les failles, l'eau ascendante pourra d'ailleurs entraîner des sables granitiques semblables à ceux dont l'association avec la bauxite préoccupe si fort M. Dieulafait, et qui rentrent ainsi dans la grande catégorie des alluvions verticales.

» Enfin, l'attaque des roches cristallines fournira aux eaux non seulement de l'aluminium et du fer, mais d'autres substances, telles que le vanadium et le titane.

» Si l'on admet cette origine en quelque sorte *hyperépigénique*, puisqu'il ne reste rien du calcaire qui a déterminé la précipitation, on explique la structure pisolithique fréquente de la bauxite et normale du fer en grain, caractéristique des corps précipités dans un liquide d'où se dégage l'acide carbonique ou un autre gaz. Quant à l'argile mêlée à la bauxite ou à la limonite, elle provient, suivant les cas, des calcaires remplacés ou des roches feldspathiques kaolinisées en partie.

» En résumé, la théorie que je propose pour expliquer l'origine et le mode de formation de la bauxite et de la limonite geysériennes, subordonnées aux calcaires, s'appuie exclusivement sur des réactions bien connues des chimistes; elle tient compte des principales particularités de gisement constatées. Peut-être jugera-t-on qu'on doit la substituer aux suppositions antérieurement émises. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la respiration dans l'air raréfié.* Note de MM. **Fraenkel** et **Geppert**, présentée par M. Wurtz.

« Nous arrivons par nos recherches aux résultats suivants :

» 1. En faisant respirer un chien dans un espace bien aéré, en même temps qu'on diminue lentement la pression de l'atmosphère, il ne se produit aucun changement jusqu'à une raréfaction de l'air à 400^{mm} environ. Si l'on continue à diminuer la pression barométrique jusqu'à $\frac{1}{3}$ de sa valeur normale, la respiration devient plus fréquente et plus profonde. Plus tard, une grande faiblesse musculaire et une envie de dormir se manifestent et amènent l'animal à une somnolence complète, en même temps que la dyspnée cesse presque entièrement.

» 2. Ces symptômes s'expliquent par la diminution de l'oxygène dans le sang, diminution qui s'observe d'après nos expériences, contrairement à ce qu'a trouvé M. P. Bert, à partir d'une pression de 400^{mm}. Lorsque la pression n'est plus que de $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, l'oxygène du sang est réduit à la moitié de la quantité normale.

» 3. Ce résultat démontre que le mal de montagne ne provient pas d'une diminution de la quantité d'oxygène absorbée par les poumons.

» 4. La pression du sang dans les artères varie peu sous l'influence de la raréfaction de l'air. Nous enregistrons cet élément à l'aide d'un manomètre posé en dehors de la boîte où respire l'animal, en faisant communiquer l'un de ses bras avec l'artère du chien et l'autre avec la cavité générale de la boîte. Il se trouve qu'après une augmentation insignifiante et passagère de la tension du sang, qui se fait remarquer lorsque la pression barométrique dans la boîte est tombée jusqu'à 400^{mm}, la tension artérielle remonte à sa valeur normale, alors que la raréfaction de l'air atteint $\frac{1}{3}$ d'atmosphère et que l'animal est tombé dans l'état de somnolence décrit ci-dessus.

» 5. L'intérêt principal de ces recherches réside dans les faits constatés relativement à l'influence de la raréfaction de l'air sur la nutrition des

tissus. Nous nous sommes bornés à mesurer l'élimination journalière de l'urée, après avoir nourri l'animal pendant plusieurs jours de manière à lui faire excréter la même quantité d'azote qu'on lui faisait parvenir par sa nourriture. Régulièrement, après un séjour de six à huit heures dans l'air, dont la pression était amoindrie à $\frac{1}{3}$, l'élimination de l'urée augmentait et restait la même pendant plusieurs jours après la fin de l'expérience. Cette augmentation est la suite d'une destruction des tissus, qui se produit par suite de la diminution d'oxygène, en dédoublant les substances albumineuses dont se composent les tissus. Les produits de désassimilation contenant de l'azote sont emportés par l'urine, pendant que les substances non azotées se déposent sous forme de graisse dans le corps, à cause du manque d'oxygène.

» Nous croyons pouvoir signaler ce fait comme explication d'observations pathologiques, faites notamment sur la dégénérescence graisseuse des tissus après des pertes de sang, après certains empoisonnements, etc. »

M. **P. Pichard** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Recherche et dosage de petites quantités d'acide sulfurique libre ou à l'état de bisulfate dans les vins ».

M. **Kupferschlaeger** transmet à l'Académie une Note intitulée : « Sur le précipité qui se dépose dans les flacons de liqueur molybdique additionnée d'acide nitrique ».

M. **P. Flamm** adresse, à propos de la récente Communication de MM. *Appert*, une réclamation de priorité sur le soufflage du verre par l'air comprimé mécaniquement. (Extrait.)

« J'ai installé, en 1846, un réservoir à air comprimé pourvu de plusieurs conduits articulés à fermetures modératrices, dont les orifices, placés à la portée des souffleurs, s'adaptaient promptement aux embouchures de leurs cannes à souffler. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1883.

Préfecture de la Seine. Secrétariat général. Service de la statistique municipale. Annuaire statistique de la ville de Paris. Année 1881. Paris, Imp. nationale, 1882; gr. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1881-1882. Rouen, Imp. Esp. Gagniard, 1883; in-8°.

Théorie des nombres parfaits; par M. J. Carvallo. Paris, chez l'auteur, 19, villa Saïd, 1883; br. in-8°.

Etude géologique de la région du mont Ventoux; par F. Leenhardt. Montpellier, Coulet; Paris, G. Masson, 1883; in-4°.

Rapport sur les travaux des conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Sarthe pendant les années 1879, 1880 *et* 1881; *par* M. Guettier. Le Mans, typogr. Monnoyer, 1882; in-8°.

M. Pompilian. *Contribution à l'étude des tiges de vanille.* Paris, Imp. Chaix, 1883; br. in-8°.

Observations sur le tablier des femmes hottentotes; par F. Péron et C.-A. Lesueur, etc. Meulan, Imp. de la Société zoologique de France, 1883; in-8°.

Recherches sur la Comète de 1882, *II; par* Th. Bredichin. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. Mittag-Leffler. T. I, liv. 4. Stockholm, 1883; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Atti della Societa toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Memorie, vol. V, fasc. 2° ed ultimo. Pisa, tipogr. T. Nistri, 1883; in-8°.

Transaction of the seismological Society of Japan; vol. V, 1882, May-December. Tokio, government printing Office, 1883; in-8°.

1880. *Meteorological observations made at the Adelaïde observatory during the year* 1880, *under the direction of* Charles Todd. Adelaïde, E. Spiller, 1882; gr. in-8°.

OUVRAGES ADRESSÉS AUX CONCOURS DONT LA CLOTURE EST FIXÉE AU 1er JUIN 1883.

Recherches expérimentales sur l'action des antiseptiques et sur deux antiseptiques nouveaux; par le Dr G. LE BON. Paris, Baudoin 1882; br. in-8°. (Concours Barbier.)

La trichine et la trichinose; par J. CHATIN. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°. (Concours Barbier.)

Les budgets de la France depuis le commencement du XIXe *siècle; par* CH. NICOLAS. Paris, Guillaumin et Berger-Levrault, 1883; in-4°. (Concours Montyon, Statistique.)

Saint Georges-d'Orgues aux XVII *et* XVIIIe *siècles; par* S. DELEUZE. Montpellier, typogr. Grollier, 1881; in-8°. (Concours Montyon, Statistique.)

Nouvelles applications du gaz. Réverbères de sûreté; par M. LECHIEN. Paris, imp. Mouillot, 1883; br. in-8°. (Concours Montyon, Arts insalubres.)

Des cellules interstitielles du testicule. Thèse par F. TOURNEUX. Paris, Germer-Baillière, 1879; in-4°. (Concours Godard.)

Traité de Balistique rationnelle; par J. BAILLS. Paris, Delagrave, 1883; in-8°. (Concours Montyon, Mécanique.)

Appareil élytro-ptérygoïde; par le Dr CHASSAGNY. Paris, G. Masson, 1882; br. in-8°. (Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Analyse micrographique des eaux; par M. A. CERTES. Paris, Chaix, 1883; br. in-8°. (Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Leçons cliniques sur les maladies mentales et sur les maladies nerveuses, professées à la Salpêtrière par le Dr A. VOISIN. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°. (Concours Lallemand.)

Leçons sur les maladies mentales; par B. BALL. Paris, Asselin, 1880-1883; in-8°. (Concours Lallemand.)

Philosophie de l'alphabet et symbolisme universel; par le Dr A. TIXIER. Paris, Blond et Barral, 1883; in-12. (Concours Lacaze, Physique.)

Recherches expérimentales sur les variations pathologique des combustions respiratoires; par le Dr P. REGNARD. Paris, V.-A. Delahaye, 1879; in-8°. (Concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Flore du département de la Somme; par ELOY DE VICQ. Abbeville, P. Prévost, 1883; in-12. (Concours de La Fons Mélicocq.)

Nouvelle culture du blé. — Moyen de s'enrichir par la culture; par X. PINTA. Arras, 1881-1882; 2 br. in-8°. (Concours Morogues.)

Etude de Thérapeutique générale et spéciale; par le Dr A. LUTON. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°. (Concours Chaussier.)

Les hystériques. Etat physique et mental. — Etude médico-légale sur l'interdiction des aliénés et sur le conseil judiciaire. — Etude médico-légale sur les épileptiques. — Etude médico-légale sur les testaments contestés pour cause de folie; par le Dr LEGRAND DU SAULLE. Paris, 1877-1881; 4 vol. in-8°. (Concours Chaussier.)

Nouveaux éléments de Médecine légale; par E. HOFMANN. Traduction par le Dr EMM. LÉVY. *Introduction et commentaires par* P. BROUARDEL. — *Etudes de Médecine clinique; par* P. LORAIN, publication faite par les soins de P. BROUARDEL. — *Morve et farcin chez l'homme. — La rage chez l'homme. — Documents divers.* Paris, 1877-1883; 12 volumes ou brochures in-8°. (Concours Chaussier.)

J. KLEIN, *Vampyrella. Leur développement et leur place dans la classification. — Die Krystalloïde der Mieresalgen.* Paris, Cassel et Berlin; 3 br. in-8°. (Concours Desmazières.)

Des explosions au sein de l'eau; par M. MOISSON. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue maritime.*) (Concours au prix extraordinaire de 6000 fr.)

L'aéronaute; par M. HUREAU DE VILLENEUVE, 1868 à 1882. Paris, 95, rue Lafayette, 1868-1882; 7 vol. in-8°, reliés. (Concours Penaud.)

Direction des aérostats. Deux modes d'orientation; par G. RACLE. Paris, A. Ghio, 1883; in-8°. (Concours Penaud.)

Les ballons et les pigeons ont été funestes pour la France. Détails inconnus du siège de Paris; par le Dr VAN HECKE. Paris, Paul Dupont, 1883; opuscule in-4°. (Concours Penaud.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUIN 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la dépêche suivante, datée de San Francisco, que Mme Janssen a transmise à l'Académie.

« *Janssen :* découverte du spectre de Fraunhofer et des raies obscures du spectre solaire dans la couronne, accusant matière cosmique autour du Soleil. Grandes photographies de la couronne et des régions circumsolaires jusqu'à 15° de distance pour planètes intramercurielles. *Palisa* et *Trouvelot :* exploration des régions circumsolaires. Point trouvé planètes ntramercurielles. *Trouvelot :* dessin de la couronne. *Tacchini :* polarisation couronne et panaches, spectre panaches montrant analogie avec spectre comètes, spectre continu couronne, spectre protubérances, protubérances blanches et dessin. »

ASTRONOMIE. — *Méthode nouvelle pour la détermination des ascensions droites et déclinaisons absolues des étoiles* (suite); par M. **Lœwy**.

« J'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie, dans plusieurs Communications, les méthodes qui permettent de déterminer, avec une très grande précision, l'inclinaison de l'axe au-dessus de l'horizon et la position relative du pôle instrumental par rapport au pôle réel, éléments fondamentaux indispensables à la détermination des coordonnées absolues des astres. J'ai

démontré que, si l'on observe la variation des coordonnées des étoiles polaires à deux époques différentes, séparées par un intervalle de temps de deux heures et demie à quatre heures, on peut déduire très exactement la valeur de ces constantes instrumentales à l'aide des différences constatées dans les observations. Bien que ces méthodes présentent à tous les égards une supériorité incontestable sur les anciennes, leur emploi comporte, au point de vue pratique, quelques légers inconvénients. Pour atteindre le but poursuivi, il faut disposer de deux observations conjuguées. Or il peut arriver d'un côté que, par suite des variations survenues dans l'état du ciel, la seconde opération ne puisse être exécutée, et d'un autre côté il se peut qu'au moment de la seconde observation on ait besoin d'effectuer une observation d'un caractère différent. Ces inconvénients amènent quelquefois une certaine gêne dans l'exécution du travail. Je viens dans la présente Note développer un procédé qui élimine en grande partie cette difficulté; ce nouveau procédé repose sur les observations simultanées de deux polaires de même déclinaison.

» En désignant par p' et p'' la distance polaire de deux étoiles, par P' et P'' les distances polaires instrumentales, par τ' et τ'' les angles horaires, par Δ' et Δ'' les distances respectives du plan instrumental mesurées par la vis en ascension droite, par $90 + m$ l'angle horaire de l'axe instrumental, par n son inclinaison au-dessus de l'équateur, par λ la distance polaire vraie du pôle instrumental, par I l'inclinaison du fil horizontal, par i l'inclinaison du fil vertical, et, en pointant les astres en dehors du milieu du champ, par b_1 et b_2 les distances en déclinaison, par l_1 et l_2 les lectures obtenues par le fil mobile en ascension droite, par ν_0 la lecture qui correspond au point du champ pour lequel la collimation est nulle, on arrive aux relations suivantes :

$$(a)\quad \cos p' = -\sin n \sin(\Delta' + y') + \cos n \cos(\Delta' + y')\cos(P' - x' + \lambda),$$

$$(a')\quad \cos p'' = -\sin n \sin(\Delta'' + y'') + \cos n \cos(\Delta'' + y'')\cos(P'' - x'' + \lambda),$$

$$(b)\quad \cos(\tau' - m)\sin p' = \sin(P' - x' + \lambda)\cos(\Delta' + y'),$$

$$(b')\quad \cos(\tau'' - m)\sin p'' = \sin(P'' - x'' + \lambda)\cos(\Delta'' + y''),$$

$$(c)\quad \sin(\tau' - m)\sin p' = \cos n \sin(\Delta' + y') + \sin n \cos(P' - x' + \lambda),$$

$$(c')\quad \sin(\tau'' - m)\sin p'' = \cos n \sin(\Delta'' + y'') + \sin n \cos(P'' - x'' + \lambda),$$

$$\Delta' = l_1 - \nu_0, \quad \Delta'' = l_2 - \nu_0,$$

$$\sin x' = \sin\Delta' \sin I, \quad \sin x'' = \sin\Delta'' \sin I,$$

$$\sin y' = \sin b_1 \sin i, \quad \sin y'' = \sin b_2 \sin i,$$

où toutes ces quantités sont définies d'après les conventions établies précédemment.

» Si l'on part des deux équations (a) et (a') et que l'on néglige la valeur de λ et de toutes les quantités qui ne peuvent produire aucun effet appréciable, on arrive au résultat suivant :

$$n = \frac{P' - P''}{\Delta'' - \Delta'} \frac{P' + P''}{2} - \cos\frac{P' + P''}{2} \frac{\Delta'' + \Delta'}{2}$$
$$- I \sin\frac{P' + P''}{2} + i \sin\frac{b_1 + b_2}{2} + \frac{p'' - p'}{\Delta'' - \Delta'} \frac{p' + p''}{2}.$$

» En supposant les distances polaires p' et p'' des deux astres très peu différentes, on reconnaît immédiatement que la valeur de n est entièrement indépendante des distances polaires absolues p' et p'', puisque $\frac{p'' - p'}{\Delta'' - \Delta'}$ est presque égal à zéro, et, pour avoir la valeur de n avec précision, il suffit de bien connaître la valeur des différences $P' - P''$ et $p' - p''$.

» Admettons maintenant : 1° que la différence des ascensions droites des deux polaires soit comprise entre quatre heures et six heures ; 2° que leur différence en distance polaire soit exactement connue ; 3° qu'en outre on observe ces deux astres au moment où ils se trouvent placés symétriquement à l'est et à l'ouest du champ, c'est-à-dire au moment où la pendule indique l'heure qui correspond à la moyenne des deux ascensions droites ; il suffit d'effectuer, sur chacun des deux astres, vingt pointés simultanés au moyen des deux fils mobiles en ascension droite et en déclinaison pour obtenir la valeur de n avec une haute précision.

» Au lieu de faire des pointés simultanés avec les deux fils sur l'astre, on peut aussi faire des observations séparées; mais, pour maintenir la condition de simultanéité, elles doivent se succéder régulièrement et être combinées de la façon suivante :

» On commence par un pointé a_1 avec le fil mobile en déclinaison, on effectue un autre pointé b_1 avec le fil mobile en ascension droite et ensuite a_2 avec le fil mobile en déclinaison, et ainsi de suite jusqu'à a_{11}, de sorte qu'il y a en déclinaison une observation en plus qu'en ascension droite. On peut alors considérer comme se rapportant au même instant physique la combinaison suivante :

$$\frac{a_1 + a_2}{2} \text{ et } b_1; \quad \frac{a_2 + a_3}{2} \text{ et } b_2,$$

et ainsi de suite.

» Pour démontrer l'exactitude du nouveau procédé, nous allons chercher une autre expression approchée des quantités

$$\frac{P'+P''}{2(\Delta''-\Delta')} \quad \text{et} \quad \frac{p'+p''}{2(\Delta''-\Delta')}.$$

» En négligeant les termes dépendant de n, m, λ, x et y, par la combinaison des équations (b) et (b'), (c) et (c'), on obtient

$$\frac{\sin\frac{P'+P''}{2}}{\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}\cos\frac{\Delta''-\Delta'}{2}\cos\frac{P''-P'}{2}+\cos\frac{P''+P'}{2}\sin\frac{P'-P''}{2}\tang\frac{\Delta''+\Delta'}{2}$$

$$=\frac{\cot\frac{\tau''-\tau'}{2}-\cot\frac{p'+p''}{2}\tang\frac{p''-p'}{2}\tang\frac{\tau''+\tau'}{2}}{1+\cot\frac{p'+p''}{2}\tang\frac{p''-p'}{2}\tang\frac{\tau''+\tau'}{2}\cot\frac{\tau''-\tau'}{2}},$$

$$\frac{\sin\frac{P'-P''}{2}}{\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}\cos\frac{\Delta'-\Delta''}{2}\cos\frac{P'+P''}{2}+\sin\frac{P''+P'}{2}\cos\frac{P'-P''}{2}\tang\frac{\Delta''+\Delta'}{2}$$

$$=\frac{\tang\frac{\tau''+\tau'}{2}-\cot\frac{p'+p''}{2}\tang\frac{p''-p'}{2}\cot\frac{\tau''-\tau'}{2}}{1+\cot\frac{p'+p''}{2}\tang\frac{p''-p'}{2}\tang\frac{\tau''+\tau'}{2}\cot\frac{\tau''-\tau'}{2}},$$

$$\cos(p''-p')\frac{\sin\frac{p''+p'}{2}}{\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}+\frac{\tang\frac{\tau''+\tau'}{2}}{\tang\frac{\tau''-\tau'}{2}}\,\frac{\sin\frac{p''-p'}{2}}{\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}\cos\frac{p''+p'}{2}=\frac{\cos\frac{\Delta''+\Delta'}{2}}{\cos\frac{\tau''+\tau'}{2}\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}}.$$

» En nous rappelant notre point de départ, que p' est presque égal à p'', que les observations doivent être faites symétriquement par rapport au méridien, il en résultera que $\Delta''+\Delta'$, $\tau''+\tau'$, $P'-P''$ et $p''-p'$ seront très peu différents de zéro; on aura par suite

$$\frac{\frac{P'+P''}{2}}{\Delta''-\Delta'}=\frac{\cot\frac{\tau''-\tau'}{2}}{2},\quad \frac{\frac{p'+p''}{2}}{\Delta''-\Delta'}=\frac{1}{2\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}}\quad \text{et}\quad \frac{p''-p'}{\Delta''-\Delta'}=\frac{p''-p'}{(p''+p')\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}}.$$

On reconnaît facilement qu'une erreur dans la mesure de $\frac{P'+P''}{2}$ n'aura aucune influence sur la valeur de n, tandis qu'une inexactitude ε commise dans la mesure de $P'-P''$ et de $p'-p''$ produit sur n des erreurs respectives

proportionnelles à

$$\varepsilon \cot \frac{\tau'' - \tau'}{2} \quad \text{et} \quad \frac{\varepsilon}{2 \sin \frac{\tau'' - \tau'}{2}}.$$

» Pour augmenter la précision et disposer d'observations se rapportant au même instant physique, il convient de procéder ainsi qu'il suit : après avoir fait dix pointés sur la première polaire, on passe à la seconde sur laquelle on effectue deux séries de dix pointés séparées par un intervalle de quelques minutes; en revenant à la première polaire, on termine par dix pointés. L'instant physique correspondant à l'époque moyenne de deux opérations étant ainsi à peu près le même, $\tau' - \tau''$ sera presque égal à $A'' - A'$, la différence en ascension droite des deux astres.

» On voit aussi que plus l'intervalle en ascension droite entre les deux polaires se rapprochera de douze heures, plus la précision des deux termes dépendant de $P'' - P'$ et $p'' - p'$ sera forte; mais d'un côté, comme il est indispensable de pouvoir déterminer p'' et p' à des intervalles assez rapprochés et que, d'un autre côté, l'accroissement en exactitude n'est pas considérable, puisque l'un des termes principaux $\Delta'' + \Delta'$ est indépendant de $\tau'' - \tau'$, il convient de ne pas dépasser l'intervalle de six heures. Dans ce cas, le résultat cherché, comme nous le démontrerons ultérieurement, possédera toute la précision voulue.

» Si l'intervalle entre les observations est quatre heures, les erreurs en dn seront

$$d(P' - P'') \frac{\cot 2^{h}}{2} = 0,87\, d(P' - P'') \quad \text{et} \quad \frac{d(p'' - p')}{2 \sin 2^{h}} = d(p'' - p').$$

En admettant que les deux polaires soient distantes de six heures, les erreurs dans la mesure des différences $P'' - P'$ et $p' - p''$ se trouvent respectivement multipliées par 0,5 et 0,7.

» En résumé, si les distances des deux astres sont peu différentes et si les deux polaires sont distantes de quatre à six heures, on obtiendra une très grande exactitude dans la valeur de n; comme nous l'avons déjà indiqué, cette quantité sera presque indépendante des valeurs $P' + P''$ et $p' + p''$, et elle ne dépendra que de l'exactitude avec laquelle on aura déterminé $P' - P''$ et $p' - p''$.

» Comme, d'un côté, $P'' - P'$ est déduite des mesures effectuées presque simultanément et à l'aide seulement de fils mobiles, et que, d'un autre côté,

le facteur de $\frac{\frac{P'' + P'}{2}}{\Delta'' - \Delta'}$ est toujours inférieur à l'unité, on voit que l'un des termes principaux qui entrent dans la valeur de n est déterminé avec une rigueur presque absolue.

» Il nous reste maintenant à établir les conditions pour la recherche de $p' - p''$. Comme les deux étoiles se trouvent placées sur le même parallèle et seulement à la distance de quatre à six heures, on peut déterminer cette différence de deux manières, par des observations effectuées le même jour ou par des observations faites à des époques quelconques; dans les deux cas, la valeur de $p' - p''$ est entièrement indépendante de toute cause d'erreur systématique. Les erreurs les plus redoutables dans la recherche des déclinaisons n'y interviennent pas; ni la flexion, ni la réfraction, ni les erreurs de divisions, ni la petite erreur tenant à la position absolue du pôle n'ont d'influence ici, car on observe non seulement du même côté du pôle, mais encore sous le même trait de division. Donc si l'on effectue la comparaison à une époque quelconque, à la condition que ce soit le même jour, on obtiendra $p' - p''$ avec la plus grande rigueur.

» Mais, en procédant ainsi, on se heurte au même inconvénient que dans la première méthode, puisqu'il faut observer les deux astres à des intervalles de quatre à six heures; on peut alors se demander pourquoi l'on renonce à l'emploi de la première méthode, qui n'exige qu'un intervalle de trois à quatre heures pour les opérations combinées. Les raisons qui militent en faveur du second procédé sont les suivantes. Après avoir effectué les observations simultanées sur les deux étoiles, on peut remettre la détermination de $p' - p''$ au jour qu'on voudra, même à un mois ou deux après : le résultat de n reste toujours acquis, tandis que dans la première méthode, si la deuxième détermination ne réussit pas, tout le travail est perdu; si, d'un autre côté, la seconde observation relative à p'' devient impossible pour les raisons indiquées, on aura toujours déterminé la coordonnée d'une étoile polaire et elle pourra même servir, comme on le verra, à la recherche de la différence $p' - p''$.

» De plus, si l'on ne veut pas s'assujettir à la condition un peu gênante de rechercher la valeur de $p' - p''$ dans une même soirée, on peut exécuter à des époques différentes les déterminations de p' et p''. On introduit, il est vrai, dans la différence $p' - p''$ une petite inexactitude en plus qui tient à ce que l'on déduit, à l'aide de collimations différentes, les distances polaires

p' et p''; la petite erreur accidentelle tenant à la collimation ne s'élimine pas complètement alors, comme dans le premier cas, mais on peut atténuer cette difficulté en choisissant surtout des couples d'étoiles se trouvant à un intervalle de temps plus grand de cinq à six heures par exemple et en déduisant chaque valeur de n à l'aide de deux déterminations dépendant de p' et de p''. L'erreur tenant à $p' - p''$ se trouve par suite divisée par $\sqrt{2}$, et les autres termes figurant dans l'équation de n s'obtiennent encore avec une plus grande exactitude.

» La différence entre les deux méthodes peut être résumée ainsi. Dans la première méthode on opère dans un intervalle de trois heures et demie et l'on combine les résultats ainsi obtenus; dans ce cas, les valeurs de $P' - P''$ et $\frac{\Delta'' - \Delta'}{2}$ se trouvent nécessairement entachées d'une petite inexactitude qui provient de ce que l'observateur n'agit pas au même instant physique. Dans le second procédé, comme on observe simultanément P' et P'', $P' - P''$ se trouve déterminée avec une exactitude supérieure; en outre, la différence entre les deux ascensions droites des polaires étant au minimum quatre heures, et le facteur de $\frac{\frac{P' + P''}{2}}{\Delta'' - \Delta'}$ restant toujours inférieur à l'unité, il en résulte, par suite, une plus grande précision dans ce premier terme de n; toutefois on introduit une petite erreur nouvelle tenant à la valeur de $p' - p''$; mais si l'on conclut cette valeur d'observations faites à une époque quelconque, mais le même jour, l'exactitude est très grande. Si l'on veut faire des déterminations séparées, pour la facilité du travail, on choisira des couples d'étoiles distantes de six heures, et, dans ce cas, il faudra effectuer sur chacun des deux astres deux observations, afin de pouvoir conclure $p'' - p'$ avec la même précision que précédemment. Ainsi la deuxième méthode, judicieusement employée, possède l'exactitude de la première, mais son application semble peut-être plus conforme aux pratiques astronomiques. En effet, avant de procéder aux réductions, on observe pendant plusieurs mois et l'on a ainsi toutes les facilités pour recueillir tout ce qui est nécessaire à la détermination de $p' - p''$.

» Ajoutons qu'il convient dans ce cas d'obtenir les valeurs de p' et p'' se rapportant à la même époque ou à des époques séparées par un intervalle d'environ un mois.

» Lorsque, dans le même jour, on détermine la valeur de $p' - p''$, il est préférable de faire les deux observations relatives à p' et p'' au même point

du champ, autant que possible; on est alors en partie indépendant de l'erreur tenant à l'inclinaison du fil et à la réduction au méridien.

» Nous allons examiner quelle est la précision définitive de n résultant de l'ensemble de ces opérations. En désignant par ε l'erreur commise dans la mesure de la différence en déclinaison de deux étoiles voisines bien visibles, placées sur le même parallèle et dont la mesure repose sur dix pointés faits alternativement sur les deux astres, l'erreur de vingt pointés sera $\frac{\varepsilon}{\sqrt{2}}$; nous avons, dans le cas présent,

$$dn = \sqrt{d(\mathrm{P}' - \mathrm{P}'')^2 \frac{\cot^2 \frac{\tau'' - \tau'}{2}}{4} + d\left(\frac{\Delta'' + \Delta'}{2}\right)^2 + d(p'' - p')^2 \frac{1}{4\sin^2 \frac{\tau'' - \tau'}{2}}},$$

les erreurs $d(\mathrm{P}' - \mathrm{P}'')$, $d\frac{\Delta'' + \Delta'}{2}$, $d(p'' - p')$ et ε étant de même nature, et, en supposant vingt pointés,

$$dn = \frac{\varepsilon}{2\sin \frac{\tau'' - \tau'}{2}}.$$

» En nous plaçant maintenant dans les deux cas déjà considérés, que les intervalles soient quatre et six heures, on aura respectivement

$$dn = \varepsilon \quad \text{et} \quad dn = 0{,}7\varepsilon,$$

résultat qui montre la haute exactitude du procédé. Toutefois l'erreur de dn se combine encore avec l'erreur V_0, c'est-à-dire avec l'erreur de collimation qui entre, comme ici, dans toutes les méthodes, puisque $\frac{\Delta'' + \Delta'}{2}$ est égal à $\frac{l_2 + l_1}{2} - \mathrm{V}_0$. Si $p'' - p'$ n'est pas déterminé dans la même soirée, il s'ajoute encore à ε la petite erreur accidentelle tenant à la collimation en distance polaire.

» Chaque astronome aura la faculté de choisir entre ces deux méthodes celle qui lui semblera préférable : dans tous les cas, il est toujours avantageux, pour des recherches importantes, d'avoir à sa disposition deux procédés se contrôlant mutuellement.

» L'ensemble des méthodes que je viens d'exposer peut être utilisé avec presque toutes les lunettes existantes employées aujourd'hui dans la détermination des étoiles fondamentales. Mais, pour exécuter un travail astro-

nomique dans des conditions satisfaisantes, il faut toujours approprier les instruments au but que l'on poursuit. Aussi faudra-t-il ici, pour faire usage avec facilité des nouvelles méthodes, agrandir le champ de vision en le portant à 2°. Il n'y a aucune difficulté mécanique pour effectuer cette légère transformation; au point de vue des images, la petite déformation qui existe lorsque les observations sont faites excentriquement n'a aucune influence ici, puisque les observations conjuguées ont lieu en des points symétriques, par rapport au centre du champ. En disposant d'un champ de 2°, on a un grand nombre d'étoiles polaires entre la huitième et la deuxième grandeur, qui permettent des observations faciles, exactes et aussi nombreuses que l'on voudra.

» Dans la recherche de la latitude, on peut également déterminer la position du pôle au moyen des observations combinées de deux polaires. Il faut, comme dans le cas précédent, prendre des circompolaires espacées de quatre à six heures; on observe simultanément les deux étoiles à l'époque où elles se trouvent placées symétriquement par rapport au premier cercle horaire, et l'on peut déterminer la différence en distance polaire en pointant, à l'aide du fil mobile en ascension droite, les deux astres aux passages successifs par le premier cercle horaire.

» Dans ce cas on a

$$p' = (n + \Delta') + \frac{1}{2}\frac{(P' - x' + \lambda)^2}{\Delta' + \Delta''},$$
$$p'' = (n + \Delta'') + \frac{1}{2}\frac{(P'' - x'' + \lambda)^2}{\Delta' + \Delta''};$$

n disparaît dans la différence $p' - p''$ et devient donc complètement négligeable en $\frac{p' + p''}{\Delta'' - \Delta'}(p'' - p')$, mais on peut naturellement aussi déterminer p' et p'' par la méthode ordinaire.

» Pour pouvoir employer facilement toutes les méthodes que je viens d'exposer, je donne ici les positions approchées, d'après Carrington et Argelander, de toutes les étoiles polaires jusqu'à 1°30' du pôle, ramenées à l'équinoxe de 1885,0, ainsi que la précession et la variation séculaire. Les grandeurs sont uniquement empruntées au Catalogue d'Argelander. On y a joint l'indication des couples qui sont bien disposés pour l'emploi du second procédé et la valeur numérique, abstraction faite de signe, pour 1885, du facteur $f = \frac{p' - p''}{\Delta'' - \Delta'}$.

Ascensions droites et distances polaires pour 1885.

NUMÉROS	GRAND.	Æ.	PRÉCES.	VARIAT. séculaire.	DIST. polaire.	PRÉCES.	VARIAT sécul	NUMÉROS.	GRAND.	Æ.	PRÉCES.	VARIAT. séculaire.	DIST. polaire.	PRÉCES.	VARIAT. séculaire.
		h m	s	s	° ′	″	″			h m	s	s	° ′	″	″
1...	9,5	0. 6,8	+ 5,4	+ 4,4	0.58,3	+20,0	— 0,0	52...	9,5	12. 1,6	+ 2,3	— 1,2	0.43,7	—20,1	0,0
2...	8,9	0.14,2	7,1	5,2	1.11,5	20,0	0,1	53...	8,8	12.46,8	— 19,4	+ 33,1	0.41,5	19,6	— 0,6
3...	9,5	0.20,4	32,7	150,4	0.13,8	20,0	0,4	54...	9,0	12.48,0	8,3	7,7	1.23,9	19,6	0,2
4...	9,5	0.33,5	8,4	11,6	1.18,8	19,8	0,3	55...	8,7	12.55,0	14,8	17,4	1. 1,0	19,5	0,5
5...	9,5	1.16,0	22,1	16,6	1.18,5	18,9	1,1	56...	9,4	13. 4,3	31,4	57,3	0.36,9	19,3	1,3
6...	2,0	1.16,7	22,4	16,8	1.18,3	19,0	1,1	57...	9,5	13.21,0	115,5	547,0	0.13,4	18,9	5,4
7...	9,2	1.34,2	39,5	46,0	0.50,5	18,4	2,3	58...	9,2	13.32,2	19,9	16,8	1.18,4	18,5	1,1
8...	8,0	2. 5,8	32,3	21,4	1.22,1	17,1	2,5	59...	9,5	13.32,7	19,4	16,0	1.20,4	18,4	1,1
9...	9,0	2.18,6	48,2	44,4	0.58,0	16,5	4,0	60...	9,0	14.12,3	90,2	191,7	0.26,9	16,8	7,2
10...	9,5	2.21,7	73,3	102,9	0.38,1	16,3	6,2	61...	9,5	14.27,2	60,4	76,4	0.43,4	16,0	5,3
11...	9,4	2.30,3	103,4	193,4	0.28,0	15,9	9,2	62...	9,5	14.34,4	32,8	22,5	1.19,9	15,7	3,0
12...	8,5	2.33,1	34,8	19,5	1.29,7	15,7	3,2	63...	9,5	15.16,5	51,8	37,0	1. 3,3	13,1	5,7
13...	8,8	2.37,3	132,8	302,4	0.22,4	15,5	12,3	64...	9,4	15.55,8	205,6	378,8	0.18,9	10,3	25,7
14...	8,8	2.43,4	61,8	59,4	0.51,4	15,2	5,9	65...	8,7	16.31,5	92,8	53,6	0.44,4	7,6	12,5
15...	9,4	2.58,5	48,9	31,9	1.10,5	14,3	5,0	66...	9,3	17.14,3	374,6	419,0	0.12,0	3,9	53,5
16...	9,4	3.47,3	80,8	58,5	0.49,5	11,0	9,9	67...	9,3	17.39,9	222,3	65,3	0.20,4	1,7	32,3
17...	9,4	3.56,8	49,7	19,5	1.24,6	10,3	6,2	68...	9,0	17.45,4	55,2	3,1	1.18,7	1,3	8,0
18...	9,2	4. 9,6	70,2	35,0	1. 0,7	9,3	9,1	69...	9,0	17.54,8	51,0	+ 1,0	1.25,0	0,5	7,4
19...	9,5	4.27,1	66,1	25,6	1. 6,9	7,9	8,9	70...	9,3	17.58,1	89,5	— 1,0	0.49,6	— 0,2	13,1
20...	9,5	4.31,2	80,7	36,5	0.54,9	9,3	10,9	71...	8,5	18. 5,9	57,5	1,3	1.15,9	+ 0,5	8,4
21...	9,4	4.57,7	53,8	10,7	1.27,3	5,4	7,6	72...	9,5	18.19,0	65,6	5,5	1. 6,7	1,7	9,5
22...	8,8	5.31,5	63,2	+ 6,6	1.16,5	2,5	9,0	73...	9,5	18.23,7	70,3	7,9	1. 2,3	2,1	10,2
23...	9,3	5.54,6	57,6	— 1,0	1.24,2	0,5	8,4	74...	9,3	18.24,3	838,0	1092,6	0. 5,3	2,1	121,5
24...	9,5	5.57,0	75,7	1,0	1. 3,3	+ 0,3	11,0	75...	9,5	18.35,0	151,2	52,9	0.29,4	3,1	21,8
25...	9,1	6. 2,9	149,4	3,9	0.31,4	— 0,2	21,8	76...	9,3	18.40,8	50,1	7,2	1.25,0	3,6	7,2
26...	9,4	6. 9,7	58,8	1,7	1.22,3	0,8	8,6	77...	9,5	18.51,2	99,0	33,9	0.43,9	4,4	14,0
27...	9,5	6.25,0	69,1	7,1	1. 9,1	2,2	10,0	78...	8,8	19. 1,3	50,3	11,0	1.22,9	5,3	7,1
28...	9,5	6.27,9	87,1	12,8	0.54,3	2,4	12,6	79...	9,3	19. 8,0	104,7	50,9	0.40,8	5,9	14,6
29...	9,5	6.39,1	82,3	16,0	0.57,2	3,4	11,8	80...	6,5	19.38,9	63,5	29,0	1. 2,7	8,4	8,4
30...	9,5	7. 7,8	64,0	16,9	1.12,1	5,8	8,9	81...	9,5	19.54,2	48,6	20,5	1.18,1	9,6	6,2
31...	9,3	7.38,1	56,5	19,5	1.18,2	8,3	7,5	82...	8,0	19.55,3	46,5	19,1	1.21,2	9,7	5,9
32...	6,0	7 41,2	70,4	31,9	1. 1,7	8,5	9,3	83...	9,5	19.58,5	179,1	272,4	0.21,9	9,9	1,9
33...	9,5	7.50,3	67,7	32,5	1. 3,0	9,3	8,8	84...	9,5	20. 3,5	54,6	28,2	1. 8,3	10,3	6,8
34...	9,5	7.54,0	57,9	24,5	1.13,6	9,6	7,4	85...	8,8	20. 4,7	41,5	16,9	1.28,1	10,4	5,2
35...	9,2	7.54,3	55,9	22,7	1.16,5	9,5	7,1	86...	var	20.11,7	49,7	25,4	1.13,1	10,9	6,1
36...	9,1	7.54,7	163,2	206,0	0.25,2	9,6	20,9	87...	9,0	20.59,8	32,8	17,9	1.30,6	14,2	3,4
37...	9,2	8. 3,4	65,8	35,1	1. 2,9	10,3	8,2	88...	9,5	21.12,7	52,9	49,4	0.54,8	14,9	5,1
38...	9,3	8.16,6	51,7	24,1	1.18,2	11,3	6,2	89...	9,5	21.17,2	34,5	22,9	1.19,8	15,2	3,3
39...	9,5	8.54,6	44,8	25,0	1.19,7	13,8	4,7	90...	9,4	21.22,1	30,1	18,5	1.28,0	15,5	2,8
40...	9,3	9.10,2	46,4	30,9	1.11,6	14,8	4,6	91...	9,4	21.46,0	33,3	27,9	1. 9,7	16,7	2,7
41...	9,4	9.45,5	33,3	21,0	1.24,3	16,7	2,7	92...	8,7	22.19,3	26,3	25,2	1. 6,8	18,1	1,6
42...	9,5	9.56,5	85,3	167,8	0.28,7	17,2	6,4	93...	9,2	22.35,5	17,4	14,7	1.20,7	18,7	0,9
43...	9,5	10. 2,8	30,6	20,7	1.21,7	17,5	2,2	94...	9,5	22.57,7	18,1	21,7	0.58,2	19,3	0,7
44...	9,5	10.13,4	25,3	15,3	1.32,8	17,9	1,6	95...	9,1	22.58,0	13,2	12,6	1.15,3	19,3	0,5
45...	9,5	10.31,7	26,7	21,2	1.12,8	18,6	1,4	96...	9,0	23.15,3	14,9	21,9	0.49,4	19,7	0,4
46...	9,3	10.47,7	20,7	15,1	1.20,8	19,1	0,9	97...	9,5	23.34,7	3,0	3,5	1.23,3	19,9	0,1
47...	9,0	10.51,6	39,1	64,1	0.37,4	19,2	1,7	98...	9,4	23.35,4	2,6	3,2	1.26,7	19,9	0,1
48...	9,3	11.16,0	12,9	8,3	1.29,2	19,7	0,3	99...	9,5	22.39,8	1,6	2,4	1.26,2	20,0	0,0
49...	9,5	11.23,9	22,6	37,6	0.37,0	19,8	0,5	100...	9,5	23.48,9	— 0,3	1,9	1. 5,8	20,0	0,0
50...	8,9	11.29,1	27,0	66,3	0.25,9	19,9	0,3	101...	9,4	23.52,4	+ 1,0	— 0,5	1.11,7	+20,0	— 0,0
51...	9,4	11.40,2	+ 8,6	— 6,6	1.11,7	—20,0	— 0,1								

Couples de polaires se trouvant à peu près sur le même parallèle.

NUMÉROS.	Gr.	Æ.	℘.	NUMÉROS.	Gr.	Æ.	℘.	$\frac{Æ_1 + Æ_2}{2}$.	*f*.
		h m	° ′			h m	° ′	h m	
94........	9,5	22.57,7	0.58,2	9........	9,0	2.18,6	0.58,0	0.38,2	0,004
88........	9,5	21.12,7	0.54,8	20........	9,5	4.31,2	0.54,9	0.52,0	0,001
96........	9,0	23.15,3	0.49,4	16........	9,4	3.47,3	0.49,5	1.31,3	0,002
94........	9,5	22.57,7	0.58,2	18........	9,2	4. 9,6	1. 0,7	1.33,7	0,033
98........	9,4	23.35,4	1.26,7	21........	9,4	4.57,7	1.27,3	2.16,2	0,005
6........	2,0	1.16,7	1.18,3	22........	8,8	5.31,5	1.16,5	3.24,1	0,022
2........	8,9	0.14,2	1.11,5	30........	9,5	7. 7,8	1.12,1	3.41,0	0,005
7........	9,2	1.34,2	0.50,5	28........	9,5	6.27,9	0.54,3	4. 1,1	0,061
6........	2,0	1.16,7	1.18,3	31........	9,3	7.38,1	1.18,2	4.27,4	0,001
9........	9,0	2,18,6	0.58,0	29........	9,5	6.39,1	0.57,2	4.28,9	0,013
13........	8,8	2.37,3	0.22,4	36........	9,1	7.54,7	0.25,2	5.16,0	0,086
18........	9,2	4. 9,6	1. 0,7	32........	6,0	7.41,2	1. 1,7	5.55,4	0,018
18........	9,2	4. 9,6	1. 0,7	37........	9,2	8. 3,4	1. 2,9	6. 6,5	0,036
11........	9,4	2.30,3	0.28,0	42........	9,5	9.56,5	0.28,7	6.13,3	0,015
17........	9,4	3.56,8	1.24,6	41........	9,4	9.45,5	1.24,3	6.51,2	0,003
21........	9,4	4.57,7	1.27,3	41........	9,4	9.45,5	1.24,3	7.21,6	0,030
25........	9,1	6, 2,9	0.31,4	42........	9,5	9.56,5	0.28,7	7.59,6	0,095
36........	9,1	7.54,7	0.25,2	50........	8,9	11.29,1	0.25,9	9.41,9	0,030
32........	6,0	7.41,2	1. 1,7	55........	8,7	12.55,0	1. 1,0	10.18,1	0,009
31........	9,3	7.38,1	1.18,2	58........	9,2	13.32,2	1.18,4	10.35,2	0,002
36........	9,1	7.54,7	0.25,2	60........	9,0	14.12,3	0.26,9	11. 3,6	0,044
42........	9,5	9.56,5	0.28,7	60........	9,0	14.12,3	0.26,9	12. 4,4	0,058
52........	9,5	12. 1,6	0.43,7	65........	8,7	16.31,5	0.44,4	14.16,6	0,014
57........	9,5	13.21,0	0.13,4	66........	9,3	17.14,3	0.12,0	15.17,7	0,113
52........	9,5	12. 1,6	0.43,7	77........	9,5	18.51,2	0.43,9	15.26,4	0,005
58........	9,2	13.32,2	1.18,4	68........	9,0	17.45,4	1.18,7	15.38,8	0,004
55........	8,7	12.55,0	1. 1,0	73........	9,5	18.23,7	1. 2,3	15.39,4	0,016
53........	8,8	12,46,8	0.41,5	79.	9,3	19. 8,0	0.40,8	15.57,4	0,011
60........	9,0	14.12,3	0.26,9	75...	9,5	18.35,0	0.29,4	16.23,8	0,082
61........	9,5	14.27,2	0.43,4	71........	8,5	18.51,2	0.43,9	16.39,3	0,011
58........	9,2	13.32,2	1.18,4	81........	9,5	19.54,2	1.18,1	16.43,2	0,003
61.... ...	9,5	14.27,2	0.43,4	79........	9,3	19. 8,0	0.40,8	16.47,7	0,054
63........	9,5	15.16,5	1. 3,3	80........	6,5	19.38,9	1. 2,7	17.27,8	0,009
63........	9,5	15.16,5	1. 3,3	92........	8,7	22.19,3	1. 6,8	18.47,9	0,034
68........	9,0	17.45,4	1.18,7	89........	9,5	21.17,2	1.19,8	19.31,3	0,016
71........	8,5	18. 5,9	1.15,9	95........	9,1	22.58,0	1.15,3	20.32,0	0,007
70........	9,3	17.58,1	0.49,6	96........	9,0	23.15,3	0.49,4	20.36,7	0,003
66........	9,3	17.14,3	0.12,0	3........	9,5	0.20,4	0.13,8	20.47,4	0,087
78........	8,8	19, 1,3	1.22,9	93........	9,2	22.35,5	1.20,7	20.48,4	0,030
72........	9,5	18.19,0	1. 6,7	100........	9,5	23.48,9	1. 5,8	21. 4,0	0,010
80........	6,5	19,38,9	1. 2,7	100...... .	9,5	23.48,9	1. 5,8	21.44,0	0,005
81........	9,5	19,54,2	1.18,1	6........	2,0	1.16,7	1.18,3	22.35,5	0,004
82........	8,0	19.55,3	1.21,2	8........	8,0	2. 5,8	1.22,1	23. 0,6	0,007
83........	9,5	19.58,5	0.21,9	13........	8,8	2.37,3	0.22,4	23.18,2	0,015
88........	9,5	21.12,7	0.54,8	9........	9,0	2.18,6	0.58,0	23.45,7	0,046
87........	9,0	20.59,8	1.30,6	12..... ..	8,5	2.33,1	1.29,7	23.46,5	0,007
88........	9,5	21.12,7	0.54,8	14........	8,8	2.43,4	0.51,4	23.58,1	0,049

ASTRONOMIE. — *Sur un dessin de la grande comète de 1882 exécuté à l'Observatoire de M. Bischoffsheim, près de Nice;* par M. **Faye.**

« J'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie un dessin à grande échelle de la si merveilleuse comète de 1882. Il a été exécuté le 16 octobre 1882 par M. Charlois, attaché à cet Observatoire. On y verra que la comète tout entière était enveloppée d'une gaine très régulière de nébulosité extrêmement faible, se prolongeant bien au delà du noyau. Cette gaine a été signalée par divers observateurs, mais personne n'en a noté le prolongement singulier, du côté du Soleil, qui, sur le dessin de M. Charlois, ne semble pas se fermer de ce côté. C'est là un phénomène digne de fixer l'attention, précisément parce qu'il est difficile de le rattacher aux notions les mieux établies sur la formation des appendices cométaires. Il me paraît que c'est à la grande pureté du ciel de l'Observatoire de M. Bischoffsheim que l'on doit d'avoir pu y noter un phénomène inaperçu autre part. On ne trouve rien de semblable dans un dessin, fort bien fait d'ailleurs, qu'un observateur attentif et zélé, M. Gonnessiat, a exécuté à l'Observatoire de Lyon, dirigé par M. André. Ce dessin, qui ne répond pas d'ailleurs à la même époque, figure dans une Communication de M. Schwedoff où on lit une critique à mon adresse, sur laquelle je dois donner une brève explication à l'Académie. M. Schwedoff me reproche (*Comptes rendus* du 7 mai, p. 1350) d'avoir supposé que le milieu cosmique de M. Siemens avait partout même densité. C'est là, dit-il, une supposition que personne n'a émise. M. Schwedoff est dans l'erreur. Le milieu de M. Siemens n'est pas seulement *interplanétaire*, mais *interstellaire;* sa densité ne dépend pas de la distance au Soleil ou à une étoile quelconque, mais de la température de l'espace. Il lui suffira de relire plus attentivement les nombreux passages où M. Siemens s'est exprimé à cet égard ([1]) pour reconnaître qu'il ne s'agit nullement là du milieu résistant non moins hypothétique de M. Encke, dont la densité devait varier, croyait-on, pour expliquer l'accélération de la comète qui porte ce nom célèbre, en raison inverse du carré de la distance au Soleil. »

([1]) Voir, à ce sujet, l'intéressant volume que M. Siemens vient de publier sous ce titre : *On the conservation of solar Energy, a collection of papers and discussions.* Londres, 1883.

ASTRONOMIE. — *Sur les mouvements du sol de l'Observatoire de Neuchâtel;* par M. FAYE.

« M. le Dr Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, vient de publier une intéressante Notice sur les mouvements des piliers qui supportent sa lunette méridienne.

» Cet Observatoire est situé sur la colline du Mail, et, comme les piliers sont des monolithes posés et cimentés avec soin sur la solide assise de calcaire qui forme cette colline, les mouvements observés sur l'instrument ne font que traduire des mouvements opérés dans la colline elle-même.

» Tous les astronomes savent que l'azimut et l'inclinaison de leurs lunettes méridiennes sont soumis à de très petits dérangements provenant du sol même des fondations, lequel se dilate ou se contracte faiblement sous l'influence de la température, des alternatives de sécheresse ou d'humidité, des variations du niveau des eaux souterraines, ou même des tassements qui se produisent pendant un certain temps. Si l'emplacement a été bien choisi, ces dérangements n'ont pas, en général, assez d'étendue et de régularité pour appeler l'attention sur leurs causes. On se contente de les mesurer avec soin et d'en purger les observations par le calcul.

» Mais à Neuchâtel, où toutes les précautions ont été prises, ces phénomènes ont une allure tout autre. L'éminent directeur n'a pas manqué de les suivre depuis l'époque de la fondation de son Observatoire, en 1859. Voici les résultats de cette curieuse étude :

Années.	Mouvement en azimut. Hiver. Sept.-Fév.	Mouvement en azimut. Été. Mars-Août.	Inclinaison vers l'ouest.	Différences annuelles.	Nombre des taches du Soleil.
1860	+42″	−56″	6″	+ 6″	95,7
1861	+52	−67	16	+10	77,2
1862	+12	−26	30	+14	59,1
1863	+42	−38	52	+22	44,0
1864	+22	−46	81	+29	46,9
1865	+36	−31	112	+31	30,5
1866	+39	−21	135	+23	16,3
1867	+44	−24	176	+41	7,3
1868	+46	−30	207	+31	37,3
1869	+37	−23	233	+26	73,9
1870	+40	−27	257	+24	139,1
1871	+48	−45	284	+27	111,2

Années.	Mouvement en azimut. Hiver. Sept.-Fév.	Été. Mars-Août.	Inclinaison vers l'ouest.	Différences annuelles.	Nombre des taches du Soleil.
1872....	+48″	−53″	308″	+24″	101,7
1873....	+30	−34	325	+17	66,3
1874....	+33	−41	341	+16	45,6
1875....	+38	−36	354	+13	17,1
1876....	+44	−38	372	+18	11,3
1877....	+38	−43	394	+21	12,3
1878....	+39	−55	424	+30	3,4
1879....	+29	−46	450	+26	6,0
1880....	+44	−51	482	+32	32,3
1881....	+40	−55	519	+37	54,2
1882....	+37	−29	550	+31	»
Moy.	+38″,2	−39″,8		+24	

» Les variations en azimut s'étendent à une mire placée à 100^m de l'instrument, mais non à la mire très éloignée de Portalban. Les variations négatives d'été, dans le sens E.-S.-O., dont la durée moyenne est de 162^j, ne compensent pas exactement les variations positives d'hiver (163^j), dans le sens O.-S.-E. La somme des premières est de 915″; celle des dernières est de 879. De là une variation plus ou moins compliquée de l'azimut moyen dont nous ne nous occuperons pas.

» Les inclinaisons sont celles qui auraient été directement observées au niveau si elles n'avaient été corrigées à l'aide de la vis d'un des coussinets, chaque fois qu'elles devenaient incommodes pour le calcul des réductions.

» Les nombres de la dernière colonne sont les *nombres relatifs* de M. Wolff, de Zurich. Ils expriment, en parties d'une certaine unité, la fréquence des taches du Soleil de chaque année. M. Hirsch les a comparés à ceux de la colonne précédente.

» Ainsi :

» 1° La colline du Mail oscille chaque année autour de la verticale. Elle tourne de 39″,8 en moyenne, chaque été, de gauche à droite, et de 38″,2 chaque hiver, de droite à gauche.

» 2° La colline s'incline progressivement d'environ 24″ par an, toujours dans le même sens, vers l'Ouest, en sorte que, depuis 1859, elle a penché ainsi de 550″.

» Évidemment ces deux phénomènes se rapportent à des causes différentes. Le premier suit de très près la vicissitude des saisons; par conséquent, il est dû aux contractions et dilatations alternatives d'une couche terrestre peu profonde, presque superficielle, et, ce qu'il offre à mes yeux de singulier, c'est que ces faibles tractions ou pressions imprimées par là à la puissante assise calcaire sur laquelle l'Observatoire est construit suf-

fisent à déplacer immédiatement celle-ci, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, à peu près comme la main d'un enfant fait osciller certains rochers énormes posés en équilibre instable sur le sol.

» Le second mouvement, au contraire, est essentiellement progressif; il s'opère chaque année vers l'Ouest, et ne dépend pas du tout des saisons ou de la température. Il s'agit d'expliquer par quelle cause, située bien au-dessous de la surface, la colline, ou du moins l'assise de l'Observatoire, est poussée peu à peu et s'incline toujours dans le même sens.

» M. Hirsch, frappé de l'allure des petites inégalités que présente d'année en année le mouvement progressif d'inclinaison (avant-dernière colonne), inégalités qui lui ont paru avoir une période de onze années comme les taches du Soleil, en conclut que ces phénomènes sont en rapport avec les taches.

« Il résulte de cette étude, dit-il en terminant, que le sol le plus solide est sujet à de faibles mouvements, lents, réguliers et en partie oscillatoires; et, en outre, que l'intensité variable de ces mouvements dépend, d'une part, du caractère météorologique de l'année, et que, d'autre part, elle se trouve en rapport avec la marche périodique des perturbations qui se produisent dans la photosphère du Soleil. Ainsi ce sont les observations des étoiles fixes, infiniment éloignées, qui apprennent à un astronome l'existence de certains mouvements presque imperceptibles de la surface terrestre qui porte son observatoire; et, en les étudiant de plus près, il est ramené au ciel en reconnaissant des rapports entre les mêmes mouvements de l'écorce terrestre et les taches du Soleil. »

» Ce qui paraît avoir confirmé le Dr Hirsch dans cette opinion, c'est que M. Fœrster, directeur de l'Observatoire de Berlin, a cru remarquer, de son côté, une périodicité analogue dans l'inclinaison de sa lunette méridienne et est disposé, lui aussi, à attribuer ces phénomènes aux taches du Soleil.

» Comme la théorie que j'ai donnée des phénomènes solaires ne se concilie guère avec une action pareille, ces idées m'ont vivement frappé; j'ai été ainsi conduit à examiner avec attention les données, d'ailleurs si remarquables, sur lesquelles M. le Dr Hirsch appuie son opinion. Le résultat de cet examen est que les phénomènes observés à Neuchâtel dépendent, non pas des taches du Soleil, mais de la constitution géologique particulière au Jura.

» On sait, disent les géologues qui ont fait une étude particulière de cette vaste contrée ([1]), que les assises calcaires et marneuses dont la su-

([1]) *Voir*, entre autres, les *Études géologiques sur le Jura* de M. Vézian, doyen de la Faculté des Sciences de Besançon, 1876, t. II, p. 49 et suivantes.

perposition forme le caractère principal du Jura n'adhèrent pas bien ensemble; elles peuvent glisser les unes sur les autres lorsqu'elles éprouvent des tractions latérales, comme les diverses pièces d'un meuble à coulisse. Ces glissements sont fréquemment favorisés par l'eau qui pénètre entre les strates marneuses et les bancs calcaires. A la vérité, les marnes sont imperméables, mais leur surface se délaye aisément au contact de l'eau, en sorte que les couches calcaires qui les surmontent fléchissent par leur propre poids à mesure qu'une partie quelconque de la couche sous-jacente se trouve enlevée, ou glissent sur elles si les couches ont une inclinaison notable et ne sont pas suffisamment étayées par en bas.

» D'autre part, les couches calcaires sont fracturées en divers sens et présentent de nombreuses cavités, dues à l'action des eaux plus ou moins chargées d'acide carbonique qui circulent dans ces fissures. Cette constitution caverneuse, les failles étendues et les fendillements multipliés qui divisent les assises calcaires donnent aux nappes aquifères du Jura un rôle tout particulier. Celles-ci ne sont pas seulement alimentées, en un point donné, par la pluie qui tombe juste au-dessus : leur régime dépend de causes plus étendues, et même des eaux des nappes situées bien au-dessous qui peuvent surgir à un niveau plus élevé par les failles qui interrompent aussi, çà et là, les couches marneuses elles-mêmes. C'est ainsi, mais par des circonstances tout autres, que le rendement des puits artésiens de Paris ne se modèle nullement sur les quantités de pluie enregistrées à l'Observatoire de cette ville.

» Si la colline calcaire du Mail sur laquelle s'élève l'Observatoire de Neuchâtel présente quelques fissures (moins nombreuses, il est vrai, que dans notre Jura) qui la décomposent en plusieurs fragments, on comprend que ces fragments puissent glisser, par leur poids, sur l'assise marneuse qui les supporte et présenter dès lors le double phénomène si bien décrit par M. Hirsch. Sous l'action dissolvante et délayante d'une couche aquifère profonde, la surface du banc de marne étant attaquée, il y aura glissement, et, comme ces bancs sont bombés par le soulèvement en voûte qui a formé la colline du Mail, le glissement d'un fragment de l'assise calcaire superposée produira une dénivellation bien capable d'atteindre 9′ d'arc en un quart de siècle (1).

(1) Il est remarquable que le Dr Hirsch ait tout d'abord entrevu, puis abandonné la véritable explication. Il a pensé, en effet, que l'eau de pluie, en pénétrant dans le sol, pourrait laver plus ou moins la couche de marne sur laquelle repose le banc calcaire qui forme

» Cet effet progressif est indépendant de la température superficielle et fort peu proportionnel aux quantités de pluie qui tombent annuellement à l'Observatoire. Il est difficile qu'un pareil mouvement, soumis à diverses circonstances accessoires, possède une uniformité mathématique; il présentera donc, d'une année à l'autre, de petites inégalités dues à la vitesse de circulation de la nappe aquifère, à la facilité avec laquelle les appuis du fragment calcaire considéré seront corrodés, etc.

» D'autre part, le même fragment calcaire pourra tourner horizontalement tout d'une pièce sur sa base marneuse lubrifiée, pour peu que les terrains cultivés qui le surmontent se dilatent et se contractent par l'effet de la température et le poussent ainsi horizontalement dans un sens ou dans l'autre suivant les saisons. M. Hirsch nous indique ici une cause immédiate de ces tractions ou pressions tangentielles, en disant que la colline du Mail est couverte au Sud de vignobles et au Nord de forêts. Sur ce sol, les dilatations et contractions périodiques sont bien plus marquées au Sud qu'au Nord; elles agissent sur les divers fragments de la vaste assise calcaire qui porte les piliers de la lunette méridienne, et leur impriment de faibles mouvements de gyration alternative, suivant la période des saisons, avec une fidélité presque parfaite, grâce à la facilité avec laquelle une couche de calcaire rigide doit se mouvoir sur une couche marneuse délayée par les eaux.

» Ce sont les petites irrégularités que l'on remarque d'une année à l'autre dans l'amplitude de ces divers mouvements que M. Hirsch croit devoir rapporter aux taches du Soleil. Après avoir tracé la courbe des irrégularités annuelles de l'inclinaison, par exemple, il la compare à celle des taches et il trouve que les deux courbes convenablement rapprochées présentent un maximum commun en 1860, un minimum en 1867, un second maximum en 1870. Mais il est facile de voir que dès 1871 toute analogie disparaît, car la première prend, jusqu'à 1883, une marche ascendante d'abord, puis descendante; tandis que la courbe des taches *va, au contraire, en descendant d'abord, puis en remontant*. D'ailleurs, ce qu'il faut expliquer ici,

---

la colline du Mail, et provoquer ainsi l'inclinaison de ce dernier. Mais, croyant que cet effet devait dépendre exclusivement de la quantité d'eau tombée à l'Observatoire, il a cherché si ces quantités annuelles présenteraient les mêmes variations que le mouvement annuel du niveau. N'ayant pas trouvé de concordance assez marquée entre ces quantités de pluie et les nombres de l'avant-dernière colonne du Tableau précédent, il a renoncé à cette idée pour recourir aux taches du Soleil.

c'est le fait capital de l'inclinaison constamment progressive pendant un quart de siècle, ce sont les nombres de la quatrième colonne, et non les petites inégalités de leurs variations annuelles. Pour étudier ces petits défauts d'uniformité dans les mouvements observés, et surtout pour délimiter le segment de l'assise calcaire qui doit participer tout d'une pièce à ces mouvements, il suffira, je pense, d'effectuer, dans le cours d'une année, des nivellements et des mesures d'azimut en diverses régions de la colline.

» Quant à l'Observatoire de Berlin, la constitution du sous-sol est tout autre qu'à Neuchâtel et doit, par conséquent, donner des résultats bien différents. A mon avis, l'étude attentive de ces conditions locales fournira aussi, au savant directeur de cet Observatoire, une explication satisfaisante des accidents qu'il a observés de son côté, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une cause de nature cosmique. »

M. d'Abbadie, à la suite de la Communication de M. Faye, ajoute :

« Je suis bien aise de voir que notre Confrère appelle l'attention de l'Académie sur un sujet que j'étudie depuis plus de quarante ans. Outre l'explication du phénomène donnée par M. Faye, on peut en imaginer une autre et se demander si les variations du nadir ou de la verticale ne seraient pas un phénomène général. Les changements périodiques de l'azimut absolu peuvent même s'y rattacher, car si le pôle nord de notre globe, rapporté aux étoiles, paraît s'élever, par exemple, à Paris en ce moment, une cause terrestre générale ferait dévier au même instant ce pôle, du Nord vers l'Ouest, et de la même quantité, dans une station située à 6^h de longitude orientale.

» Pour mettre cette explication à l'épreuve, il serait bon de faire des observations spéciales et strictement simultanées dans des lieux éloignés les uns des autres. A cette fin, je viens de proposer à M. Hirsch de choisir une heure pour observer non seulement l'inclinaison de l'axe de sa lunette méridienne et son azimut comme il le fait, mais encore les variations de son nadir dans le sens du méridien.

» Ces changements périodiques et variables, à ce qu'il semble, d'une année à l'autre, ont été constatés il y a longtemps aux Observatoires de Greenwich et de Cambridge : ils méritent d'être étudiés partout, et tous les jours de l'année. Il y a deux ans, M. le colonel Orff, directeur du Bureau topographique à Munich, voulut bien désigner deux heures où il

lisait tous les jours des niveaux fixes et placés dans la cave de l'Observatoire. J'ai toujours observé aux mêmes instants, à Abbadia, près de Hendaye, mais au moyen d'une construction spéciale pour laquelle j'ai demandé, vers 1855, des conseils techniques à M. de Freycinet, notre confrère. Mon appareil consiste en une croisée de fils fixes placée au sommet d'un cône tronqué de béton et dont l'image, réfléchie dans le mercure à 12^m en contre-bas, vient se présenter à côté de ces fils dans le champ d'un microscope. On mesure ainsi par le moyen d'un micromètre la distance et l'azimut de cette image. Les résultats varient continuellement : il est rare de les trouver identiques pendant vingt-quatre heures de suite.

» Les observations faites avec tant de zèle et de constance par M. le colonel Orff n'ont présenté que fort peu de coïncidences de signe ou de quantité avec les miennes. On doit s'en prendre, au moins en grande partie, aux défauts dont aucun niveau à bulle d'air n'est exempt et préférer à l'avenir, soit l'appareil spécial de MM. Darwin, soit le pendule multiplicateur de M. Bouquet de la Grye. Quant à la *nadirane* que j'ai construite pour ces observations, elle a l'inconvénient d'être coûteuse; mais elle possède le grand avantage de fonctionner optiquement et sans aucun frottement. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur un système de télégraphie optique établi par M. Adam entre l'île Maurice et l'île de la Réunion;* par M. **Faye**.

« M. le commandant Bridet, ancien capitaine de port à la Réunion, auteur bien connu d'un Ouvrage important sur les ouragans de l'hémisphère austral, est venu en France, en 1881, pour tâcher d'obtenir l'établissement d'un câble télégraphique entre Maurice et la Réunion (voir les *Comptes rendus* du 18 juillet 1881). Certaines difficultés ayant arrêté l'exécution de ce projet, M. Adam, de l'île Maurice, résolut d'établir, au moyen de signaux optiques, cette communication qui intéresse si vivement la sécurité de notre colonie et des nombreux vaisseaux qui en fréquentent les rades et le nouveau port. Il est venu lui-même en France en 1882 pour faire exécuter ses appareils et soumettre ses idées au jugement de l'Académie. L'Académie y a pris intérêt; elle a renvoyé à une Commission l'examen de ce projet (*Comptes rendus* du 2 octobre 1882). Cette Commission aura bientôt à faire son Rapport, non plus sur des idées, mais sur des faits accomplis.

» En effet, la Lettre suivante que je viens de recevoir de M. le comman-

dant Bridet, par l'intermédiaire de M. l'amiral Cloué, annonce que M. Adam a pleinement réussi dans ses essais préparatoires :

« Saint-Denis, le 24 mai 1883.

» Un fait de la plus grande importance vient de se produire à la Réunion : la communication avec Maurice par signaux optiques est réalisée.

» M. Adam, après bien des difficultés surmontées avec une persévérance digne des plus grands éloges, a eu la satisfaction de réussir huit jours seulement après avoir commencé ses signaux, et ce sera pour lui un grand honneur d'avoir tenté l'entreprise avec si peu de ressources.

» Après avoir cherché à s'établir à Saint-Rose, point le plus rapproché de Maurice, il a été forcé d'y renoncer, parce que les sommets habitables manquaient d'eau potable; il est donc venu près de Saint-Denis se placer sur le piton du bois de Nèfles, à 1100^{m} d'altitude. Mais il se trouvait là à 245^{km} de Maurice et, la déperdition de lumière étant considérable, il craignait de ne pas être aperçu, les rayons lumineux ne passant qu'à 130^{m} au-dessus du niveau de la mer, d'après ses calculs. La station de Maurice n'est pas encore organisée, mais il avait là des amis qui surveillaient ses signaux sur le Pouce, montagne élevée de 600^{m}, et voici la Lettre qu'il vient de recevoir :

« Aujourd'hui, j'ai le plaisir de vous annoncer que j'ai aperçu ce matin, à $7^{h}40^{m}$, $7^{h}50^{m}$,
» 8^{h}, $8^{h}10^{m}$, $8^{h}15^{m}$, $8^{h}21^{m}$, $8^{h}26^{m}$ et $8^{h}36^{m}$, une lumière rouge-orangé, d'un diamètre
» au moins double de celui de Vénus; je l'ai vue et l'ai fait voir à Eugène et à Bidessy, à la
» fois dans la lunette de Bardou et dans celle de l'altazimut. »

» Cela se passait le 18 mai et il n'y avait que dix jours que les observations avaient commencé.

» M. Adam ne s'est encore servi que des éclats d'un miroir de 1^{m} de diamètre; il compte employer l'appareil Mangin aussitôt son arrivée à Maurice, où il se rend par la malle prochaine.

» Comme il est au bois de Nèfles et qu'il ne pourra pas vous écrire par cette Malle, j'ai tenu à vous prévenir de ce résultat magnifique, auquel vous avez contribué par les encouragements que vous avez donnés à notre ami. »

COSMOLOGIE. — *Météorite charbonneuse tombée le 30 juin 1880 dans la république Argentine, non loin de Nogoga (province d'Entre-rios).* Note de M. **Daubrée**.

« M. le Dr Burmeister, directeur du musée public de Buenos-Aires, a bien voulu m'adresser, avec une obligeance dont je lui témoigne ici ma gratitude, un échantillon d'une météorite tombée le 30 juin 1880 dans la république Argentine, province d'Entre-rios, entre Nogoga et Concepcion.

» Comme je n'ai encore vu aucune publication relative à cette météorite, je crois devoir en signaler sommairement la nature.

» Sa cassure est lithoïde, mate et d'un noir verdâtre; par suite des pe-

tites fissures qui la traversent, elle est fragile. Elle rappelle certains lignites ternes et terreux, des argiles charbonneuses et du boghead noir ou rendu tel par calcination.

» Dans la pâte noire de la météorite, on voit çà et là, même à l'œil nu, de nombreux grains pierreux et anguleux de $0^{mm},5$ à 1^{mm} : les uns sont hyalins et de la nuance vert-bouteille du péridot, d'autres sont blanchâtres. L'ensemble de la roche rappelle un conglomérat comparable à nos pépérinos volcaniques. On y distingue, en outre, des grains beaucoup plus petits, à éclat métallique et d'un jaune de laiton, comme la pyrrhotine. En quelques points, de petites taches rouges arrondies se détachent sur le fond noir; elles ressemblent tout à fait à celles que détermine l'exsudation du chlorure de fer dans plusieurs météorites et dans le fer natif d'Ovifak. Des enduits blancs, dus à des efflorescences, s'y sont aussi déjà formés.

» La croûte résultant de l'échauffement durant le trajet atmosphérique présente des filaments noirs fondus et mats faisant des rides ondulées sur un fond de couleur brun tombac.

» Le barreau aimanté en attire des parcelles fines, qui restent enveloppées de substance charbonneuse.

» Dans les tranches minces qu'on en a obtenues, la pâte est restée opaque; les grains de natures diverses qui y sont disséminés agissent sur la lumière polarisée.

» Chauffée graduellement dans un tube fermé, la substance dégage de l'eau qui donne une réaction d'abord acide; puis, par un échauffement plus prolongé, une réaction nettement alcaline.

» A l'air libre, dans une capsule de platine, de noire elle devient rouge-brique. Elle est fusible au chalumeau en colorant la flamme.

» L'eau distillée enlève des parties solubles qui précipitent par l'eau de baryte et par le nitrate d'argent.

» Traitée par l'acide chlorhydrique, la roche est rapidement attaquée avec production de gelée, et après un court dégagement d'hydrogène sulfuré. La liqueur qui se colore en jaune renferme du fer, de la chaux et de la magnésie.

» Quant au résidu, il paraît noir; mais beaucoup de grains, vus sur une faible épaisseur, sont jaune brun. Ce résidu, desséché et chauffé dans un tube fermé, donne de l'eau et dégage une odeur caractéristique de produits hydrocarburés.

» Ce même résidu étant chauffé à l'air sur une lame de platine, les grains deviennent pour la plupart d'un blanc sale. Ils sont de forme tout à fait

fragmentaire et sans indice de clivage. Bien qu'à peine translucides, ils agissent vers les bords sur la lumière polarisée. On y remarque une particularité : ce sont des globules noirs extrêmement petits, qui y sont très irrégulièrement enchâssés et parfois assez nombreux ; ils sont aussi parsemés de cavités également sphériques. Ces grains du résidu fondent difficilement au chalumeau.

» La présence du carbone à l'état de combinaison organique ne résulte pas seulement des essais qui précèdent, mais aussi de l'action de la potasse qui, en sa présence, se colore en brun.

» Ce caractère ainsi que son aspect seraient de nature à y faire espérer, plus que dans toutes les autres roches météoritiques, la rencontre de vestiges organisés.

» En attendant qu'on en possède une analyse complète, on voit que la météorite de Nogoga appartient à la classe des *asidères* et à un groupe des plus intéressants, celui des *météorites charbonneuses*.

» Toutefois, dans ce groupe si peu nombreux, ce n'est pas au type d'Orgueil et d'Alais qu'elle se rapporte. Elle est tout à fait semblable à l'autre type, à celui qui est tombé le 13 octobre 1838 à Cold-Bokkeweld (Bonne-Espérance) et le 15 avril 1857 à Kaba (Hongrie). Elle ressemble tellement au bel échantillon de Cold-Bokkeweld, que nous devons à la libéralité de sir John Herschel et de Maclear, qu'on pourrait la croire détachée du même bloc. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches expérimentales et cliniques sur le mode de production de l'anesthésie dans les affections organiques de l'encéphale.* Note de M. **Brown-Séquard**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« .... Dans une série de Communications à l'Académie, j'essayerai de montrer que les anesthésies, les paralysies, les amauroses, produites par une affection organique de l'une des diverses parties de l'encéphale, dépendent le plus souvent, sinon toujours, de toute autre chose que de la cause qu'on leur attribue, c'est-à-dire une perte de fonction de la partie qui est détruite. Dans ce premier travail, je n'étudierai que l'anesthésie de cause encéphalique et seulement pour faire voir qu'il faut rejeter l'opinion que ce symptôme dépend nécessairement de la destruction de conduc-

teurs ou de centres servant à la sensibilité. Je vais d'abord montrer par des faits expérimentaux et des faits cliniques qu'une anesthésie due à une lésion organique de l'encéphale peut disparaître soudainement ou très rapidement.

» Des expériences très nombreuses sur des chiens, des lapins et des cobayes m'ont montré cette subite disparition. Il arrive quelquefois, chez ces animaux, que la section d'une moitié latérale du bulbe ou de la protubérance ou celle d'un pédoncule cérébral est suivie d'une anesthésie du côté opposé et d'une hyperesthésie du côté correspondant. Supposons que la section ait été faite à *droite* et que les membres *gauches* soient anesthésiés et les *droits* hyperesthésiés. Si alors, du côté de l'anesthésie (c'est-à-dire à *gauche*), je coupe la moitié latérale de la moelle dorsale, je vois presque immédiatement, non seulement disparaître l'anesthésie, mais survenir de l'hyperesthésie dans le membre postérieur *gauche*, et en même temps l'inverse se produire dans le membre postérieur *droit*. Il est clair que si l'anesthésie à *gauche*, après la première lésion, n'avait dépendu que de la perte de fonction de la partie sectionnée à la base de l'encéphale, elle n'aurait pas disparu soudainement sous l'influence d'une lésion de la moelle. La disparition d'une anesthésie due à une affection organique de l'encéphale a été observée chez l'homme par Remak, MM. Clément Bonnefin, Vulpian, Gayet, Grasset et plusieurs autres médecins. Le retour de la sensibilité a été soudain ou très rapide sous l'influence de chocs galvaniques. Ici encore, si l'anesthésie avait dépendu de la perte de fonction de la partie lésée, elle n'aurait pas disparu rapidement et surtout soudainement.

» Je vais maintenant mentionner très brièvement une série d'autres arguments presque tous tirés de l'étude de plusieurs milliers d'observations cliniques, étude à laquelle j'ai consacré une grande partie de mon temps durant les trente dernières années. Voici ces arguments :

» 1° Toutes les parties de l'encéphale peuvent produire de l'anesthésie. Cela explique comment des localisateurs, commettant la faute de considérer qu'une fonction qui disparaît appartient nécessairement à l'organe qu'on trouve lésé, ont pu émettre l'opinion que le centre des perceptions des impressions sensitives se trouve dans le cervelet, dans la couche optique, dans le lobe postérieur, dans certaines circonvolutions, etc. Les faits autoriseraient à trouver ce centre, ou les conducteurs qui s'y rendent, dans les parties dites motrices de la base de l'encéphale ou de la capsule interne, dans l'un ou l'autre des deux corps striés, dans toutes les parties des lobes anté-

rieur, moyen ou sphénoïdal, etc., puisque des lésions localisées dans l'une de ces portions de l'encéphale ont déterminé quelquefois de l'anesthésie.

» 2° Chacune des parties d'une des moitiés de l'encéphale peut être détruite sans qu'il y ait d'anesthésie. La lésion peut même être très considérable sans que ce symptôme se montre. M. Richet a publié un cas de destruction du lobe moyen et d'une grande partie du lobe postérieur, sans anesthésie. Abercrombie, Rostan, Porta et d'autres observateurs ont trouvé un hémisphère presque entièrement détruit sans qu'il y ait eu d'anesthésie.

» 3° Des parties similaires des deux côtés de l'encéphale, y compris même celles que l'on suppose servir à la perception des impressions sensitives, peuvent être détruites sans qu'il y ait d'anesthésie évidente.

» 4° Au lieu de produire de l'anesthésie, des lésions destructives des parties qu'on croit servir à la sensibilité, comme voies conductrices ou comme centres, ont quelquefois donné lieu à de l'hyperesthésie.

» 5° Dans plus de cent cas, des lésions des parties les plus variées de l'encéphale ont donné lieu à de l'anesthésie du côté lésé, c'est-à-dire là où ce symptôme n'aurait pas dû paraître.

» 6° Une lésion destructive considérable de parties considérées comme centres ou comme voies conductrices des impressions sensitives, au lieu de produire de l'anesthésie dans les deux membres du côté opposé, n'en a assez souvent fait paraître que dans le bras ou dans la jambe.

» 7° Dans certains cas de lésion encéphalique, l'anesthésie, au lieu d'être totale, n'existait que pour l'une des diverses espèces d'impressions sensitives (tactiles, thermiques, douloureuses).

» 8° L'anesthésie peut ne survenir que dans un des côtés du corps, bien que la lésion occupe dans une même étendue des parties semblables à la base de l'encéphale, des deux côtés. En revanche, une lésion d'un seul côté du grand centre intra-cranien peut déterminer l'anesthésie dans les deux côtés du corps.

» 9° L'expérimentation sur les animaux (en harmonie, du reste, avec de très nombreux faits cliniques) montre que la section transversale d'une moitié latérale de la base de l'encéphale, depuis le bulbe jusqu'à la capsule interne, inclusivement, donne des résultats très variés quant à la production de l'anesthésie. Bien que, dans tous ces cas, on coupe la masse entière des fibres qu'on croit être les voies conductrices des impressions sensitives venues du côté opposé du corps, on trouve : d'une part, que chacune de ces parties peut être sectionnée sans qu'il y ait d'anesthésie

évidente ou persistante; d'une autre part, que certaines parties, et surtout la capsule interne, déterminent l'anesthésie bien plus souvent que les autres.

» Si, en présence des faits sur lesquels sont fondés plusieurs des arguments précédents, on voulait persister à considérer l'anesthésie de cause organique encéphalique comme démontrant que la partie lésée est la voie de transmission ou le centre de perception des impressions sensitives venues d'une moitié du corps, on serait nécessairement conduit aux deux absurdités que voici : la première serait que chacune des parties de l'encéphale est la seule voie de transmission ou le seul centre de perception des impressions sensitives; la seconde serait qu'aucune partie de l'encéphale n'est une voie de transmission ou un centre percepteur des impressions sensitives.

» Dans un prochain travail, j'examinerai par quel mécanisme se produit l'anesthésie dans les cas de lésion de l'encéphale. Je me bornerai, aujourd'hui, à conclure des faits mentionnés ci-dessus que c'est une erreur de considérer l'anesthésie de cause encéphalique comme dépendant d'une perte de fonction de la partie lésée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination des volants des machines-outils.* Mémoire de M. X. Kretz, présenté par M. Phillips. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique).

« Le problème consistant à déterminer les volants des machines-outils est insoluble quand, dans la théorie, on s'en tient à l'hypothèse généralement faite de l'invariabilité absolue des organes de transmission ; il ne présente aucune difficulté quand, dans les équations du mouvement, on a égard à la déformation élastique des pièces. Voici l'énoncé de la question particulière que je me suis proposé de résoudre :

» *Une machine reçoit le mouvement d'un arbre animé d'une vitesse constante; la résistance éprouve, pendant un temps donné, une augmentation connue et reprend ensuite sa valeur normale. On demande de déterminer le moment d'inertie que doit avoir le volant pour que la variation de tension soit une fraction donnée de la variation de la résistance agissant à la même distance de l'axe.*

» Je me sers des équations générales du mouvement des transmissions, telles que je les ai établies dans un Mémoire ayant pour titre : *De l'élasticité dans les machines en mouvement* (*Recueil des Savants étrangers*, t. XXII, n° 15); je calcule la tension du lien au moment où la perturbation cesse; une nouvelle phase commence à cet instant; la tension continue à augmenter encore après la suppression de la résistance supplémentaire; je détermine la valeur maxima qu'elle peut atteindre dans cette seconde période.

» En exprimant la condition posée, on arrive à une expression de la forme suivante :

$$P = a^2 \frac{E}{g} \frac{\theta^2}{\operatorname{arc}^2 \cos\left(1 - \frac{\varepsilon^2}{2}\right)},$$

dans laquelle

P est le poids du volant;
a le rapport du diamètre de la poulie à celui du volant;
E le déplacement relatif, sous la charge de 1^{kg}, des points d'application sur la transmission de la puissance et de la résistance;
θ la durée de la perturbation;
ε le rapport que l'on se propose d'établir entre la variation de la résistance et celle de la tension.

» Je termine par quelques exemples numériques qui montrent que les applications de cette théorie aux questions pratiques ne présentent aucune espèce de difficulté. Je calcule le poids à donner à l'anneau dans diverses conditions; il n'est évidemment pas possible, si l'on veut conserver au volant des dimensions qui ne conduisent pas à de trop grandes difficultés d'exécution, d'empêcher les tensions d'atteindre leur valeur maxima, quand les variations de la résistance persistent pendant un temps assez long; les résultats numériques auxquels je suis arrivé montrent que l'on peut pratiquement réduire au-dessous du cinquantième les variations de résistance d'une très petite durée, et que des volants de dimension usuelle peuvent, en général, empêcher des perturbations ayant plusieurs secondes de durée de se transmettre avec leur intensité maxima. »

CHIMIE. — *Sur les sulfures de phosphore*. Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

(Commissaires : MM. Fremy, Debray.)

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 juin 1883, M. Lemoine a établi que dans un travail déjà ancien, thèses de la Faculté de Paris, et que j'avais en vain essayé de me procurer, il avait déjà donné plusieurs des expériences que j'ai fait connaître dans les *Comptes rendus* du 21 mai et même j'ajouterai du 4 juin 1883. Je reconnais sans peine ses droits de priorité et je suis heureux d'un accord qui vérifie l'exactitude de mes expériences et montre l'identité des produits que nous avons obtenus.

» Seulement les conclusions auxquelles nous arrivons sont en opposition complète et je crois qu'il est utile de fournir à ce sujet quelques nouveaux renseignements. M. Lemoine admet l'existence des sous-sulfures liquides produits par l'action du soufre sur le phosphore au-dessous de 100°, sous-sulfures qui seraient reproduits par la combinaison du sesquisulfure avec le phosphore si on laisse immédiatement refroidir le mélange [1]. M. Lemoine n'a pas observé qu'il y a une différence capitale, déjà reconnue, je crois, par Berzélius, entre le sous-sulfure liquide fourni par le mélange à 100° du phosphore et du soufre, et le sous-sulfure qui a subi une température supérieure à 130° ou, ce qui revient au même, le sous-sulfure que donne un mélange de phosphore et de sesquisulfure de phosphore. Le second est à peu près inoffensif, tandis que le premier peut donner lieu à des explosions; dans le premier la combinaison chimique n'est pas effectuée, elle l'est dans le second. J'ai fait des expériences nouvelles qui me semblent de nature à montrer nettement ce point important. En soumettant à la distillation dans le vide, à 100°, pendant plusieurs jours, des mélanges de soufre et de phosphore dans la proportion qui donne les sous-sulfures, ou même avec un grand excès de soufre, on voit le phosphore distiller seul, et il reste du soufre comme résidu : si l'on a pris un mélange de phosphore et de sesquisulfure, le phosphore distille en entraînant un peu de sesquisulfure et il reste du sesquisulfure.

» Quant au dégagement de chaleur qui accompagne la combinaison du phosphore ordinaire et du soufre, j'ai trouvé seulement $18^{\mathrm{Cal}},4$ pour la

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1632.

formation de Ph^2S^3 en partant du phosphore ordinaire solide. M. Lemoine juge, d'après les effets explosifs formidables, que cette quantité devrait être bien plus grande, car elle proviendrait à la fois de la transformation du phosphore ordinaire en phosphore rouge et de la combinaison du soufre avec ce phosphore rouge. Ce nombre 18,4 m'a été fourni par une méthode simple, très facile à répéter : je n'ai qu'à le maintenir jusqu'à ce que de nouvelles mesures l'aient corrigé; mais je ferai observer, en attendant, qu'il est suffisant pour rendre compte de la violence des explosions que produit le mélange de 2Ph et de 3S : $18^{Cal},4$ élèveraient 110^{gr} d'eau à 167° s'il n'y avait le changement d'état; le mélange de soufre et de phosphore ayant une chaleur spécifique voisine de 0°,2, sa température serait élevée à 835°, et, comme cette combinaison se produit à 130° environ, le mélange se trouverait subitement porté à 965°. Il est facile de comprendre l'effet d'une pareille élévation subite de température sur des corps dont la chaleur de vaporisation n'est pas considérable.

» J'ajouterai que l'iode, dissous dans le sulfure de carbone, attaque rapidement le sesquisulfure de phosphore en donnant de l'iodure de phosphore, tandis que le phosphore rouge compact n'est pas attaqué par cette dissolution, ce qui semble étonnant, mais qui est d'accord avec les données thermiques, la combinaison PhI^3 dégageant moins de chaleur que la transformation de 31^{gr} de phosphore ordinaire en phosphore rouge. Aussi je ne saurais admettre, dans le composé Ph^2S^3, l'existence du phosphore rouge. Si le phosphore rouge et le soufre se combinent avec dégagement de chaleur, comme le montrent toutes les expériences, c'est qu'une trace de phosphore ordinaire s'unissant au soufre amène une légère élévation de température, la tension de transformation du phosphore rouge augmente et en même temps la rapidité de la combinaison, qui n'a besoin que de commencer dans ces conditions pour devenir bientôt complète. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique** soumet au jugement de l'Académie, à propos de l'inauguration des travaux du chemin de fer à navires, imaginé par le capitaine Eads pour traverser l'Amérique centrale, une Note relative aux droits de M. *Gatineau* dans la priorité de l'idée d'un chemin de fer à navires.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, de Lesseps, Lalanne.)

M. **Cadet** adresse une Communication relative à la navigation aérienne.

(Renvoi au Concours du prix Penaud.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire d'Acquapendente** fait savoir à l'Académie que, pour rendre hommage à la mémoire du célèbre anatomiste Fabricius d'Acquapendente, sa ville natale a résolu de lui élever un monument. Des savants italiens ont été appelés à prêter leur concours à la réalisation de ce projet. M. le Maire d'Acquapendente prie l'Académie des Sciences de favoriser cette œuvre et de la recommander à tous ceux qui s'intéressent aux Sciences médicales.

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.* Note de MM. **J.-S.** et **M.-N. Vaněček**.

« 1. Dans cette Note, nous pourrions suivre la même voie que dans la précédente; mais nous voulons employer une autre méthode qui nous semble plus naturelle pour cette transformation des figures.

» Le problème à résoudre est de trouver l'ordre de la courbe ou de la surface dérivée après la coïncidence de quelques éléments de la transformation.

» Quand nous voulons déterminer l'ordre de la courbe R dérivée de L, nous cherchons le nombre des points d'intersection de cette courbe avec un plan quelconque C. Ce plan se transforme par rapport à une courbe M et à une surface P en une surface C, dont l'ordre est toujours déterminé par les articles précédents, et qui coupe la courbe L en un certain nombre de points qui se transforment dans les points placés sur le plan C.

» Les points fondamentaux parmi ces points fournissent les points de la courbe R, qui se trouvent sur sa partie qui consiste en des droites, parce que la courbe R se décompose toujours en deux parties, dont l'une est une courbe dont nous nous occupons et l'autre un système de droites.

» Quant à une surface L, nous employons une droite auxiliaire C qui détermine l'ordre de la surface R.

» 2. Les courbes L, M sont situées sur la surface P qui rencontre la surface fondamentale F en une courbe P d'ordre $2p$. La courbe L étant d'ordre l coupe la courbe P en $2l$ et la courbe M coupe P en $2m$ points.

» Le plan auxiliaire C se transforme par rapport à la courbe M et à la

surface P en une surface (C) d'ordre $2m(2p-1)$, qui passe par la courbe P; cette ligne est une arête multiple d'ordre m de la surface (C).

» Cette surface coupe la courbe L en $2lm(2p-1)$ points, parmi lesquels il y a $2l$ points fondamentaux multiples d'ordre m, qui diminuent l'ordre de la partie utile de la courbe R, qui est par conséquent d'ordre

$$4lm(p-1).$$

» Rappelons-nous la signification du tétraèdre polaire $a_1a_2a_3a_4$ par rapport à la surface fondamentale F. Dans le cas actuel, le sommet a_1 du tétraèdre parcourt la courbe L, le deuxième a_2 la courbe M et le troisième a_3 une certaine courbe D sur la surface P, dont l'ordre est déterminé par ce mouvement.

» L'arête a_1a_2 du tétraèdre engendre une surface gauche d'ordre $2lm$. Son arête opposée a_3a_4, étant sa droite polaire par rapport à la surface fondamentale, engendre de même une surface d'ordre $2lm$. La ligne d'intersection D de cette surface avec la surface P est donc une courbe d'ordre $2lmp$.

» Par là, nous avons ce théorème :

» *Quand un sommet a_1 d'un triangle polaire $a_1a_2a_3$, par rapport à une surface* F *du second ordre, parcourt une courbe* L *d'ordre l, et que le deuxième sommet a_2 parcourt une courbe M d'ordre m, les courbes* L, *M étant tracées sur une surface* P *d'ordre p, son troisième sommet a_3 décrit sur la surface* P *une courbe D d'ordre $2lmp$.*

» Quant au problème posé au commencement de ce paragraphe, nous pouvons énoncer ce théorème :

» *Quand un tétraèdre polaire $a_1a_2a_3a_4$, par rapport à une surface* F *du second ordre, se meut de telle manière que ses sommets a_1, a_2, a_3 parcourent sur une surface* P *d'ordre p respectivement les courbes* L, *M*, *D d'ordre l, m, $2lmp$, son quatrième sommet a_4 décrit une courbe R d'ordre $4lm(p-1)$ et $4lm$ droites qui se trouvent dans les plans tangents à la surface fondamentale* F *aux $2l$, $2m$ points fondamentaux des courbes* L, *M et passent l à l ou respectivement m à m par ces points.*

» 3. Les surfaces L, P passent par la courbe M.

» Une droite auxiliaire C se transforme, par rapport à la courbe M et à la surface P, en une courbe d'ordre $2m(2p-1)$, qui perce la surface L en $2lm(2p-1)$ points, parmi lesquels se trouvent $2m$ points fondamentaux multiples d'ordre $(p-1)$ de la courbe M. Donc l'ordre de la partie utile de la courbe R est d'ordre $2m(2lp-l-p+1)$.

» *Quand les sommets a_1, a_2, a_3 d'un tétraèdre polaire $a_1 a_2 a_3 a_4$, par rapport à une surface* F *du second ordre, parcourent respectivement la surface* L *d'ordre l, la courbe M d'ordre m et la surface* P *d'ordre p, surfaces qui passent par la courbe M, le quatrième sommet a_4 décrit une surface d'ordre*

$$2m(2lp - l - p + 1)$$

et 2m plans multiples d'ordre $(2l + p - 1)$, qui sont les plans tangents à la surface F *aux points fondamentaux de la courbe M.*

» 4. Les deux courbes *L*, *M* se confondent avec une courbe *L* d'ordre *l*.

» Pour abréger, nous voulons énoncer seulement ce théorème :

» *Quand deux sommets a_1, a_2 d'un tétraèdre polaire $a_1 a_2 a_3 a_4$ par rapport à une surface* F *du second ordre parcourent une courbe* L *d'ordre l et que le troisième sommet a_3 est lié à une surface* P *d'ordre p dans laquelle il parcourt une courbe d'ordre $lp(l-1)$, le quatrième sommet a_4 décrit une courbe* R *d'ordre $2lp(l-1)$.*

» 5. Les surfaces L, P dont l'une doit être transformée par rapport à l'autre coïncident en une surface L d'ordre *l*, la courbe *M* étant en dehors de cette surface.

» Nous parviendrons à ce théorème :

» *Quand un tétraèdre polaire $a_1 a_2 a_3 a_4$ par rapport à une surface* F *du second ordre se meut de telle façon que son premier et son troisième sommet a_1, a_3 parcourent une surface* L *d'ordre l et le deuxième a_2 une courbe M d'ordre m, alors le quatrième sommet a_4 engendre une surface* R *d'ordre $2lm(l-1)$; puis il décrit une autre surface gauche d'ordre $4lm$, dont les génératrices passent toutes par les points de la courbe L, ligne d'intersection de la surface* L *avec* F, *et se trouvent m à m sur les plans tangents en ces points.*

6. Les courbes *L*, *M* se réunissent en une courbe *L* d'ordre *l* qui se trouve sur la surface P.

» Nous pouvons énoncer ce théorème :

» *Quand deux sommets a_1, a_2 d'un tétraèdre polaire $a_1 a_2 a_3 a_4$ par rapport à une surface F du second ordre parcourent une courbe L d'ordre l, qui se trouve sur une surface* P *d'ordre p, sur laquelle se déplace le troisième sommet a_3 en décrivant sur la même surface une courbe D d'ordre $lp(l-1)$, le quatrième sommet décrit une courbe R d'ordre*

$$2l(l-1)(p-1)$$

et $2l(l-1)$ droites qui sont situées $(l-1)$ à $(l-1)$ dans $2l$ plans tangents aux

points fondamentaux de la courbe L *à la surface fondamentale; les* $l-1$ *droites passent toujours par un des points fondamentaux.*

» 7. Les surfaces L, P coïncident en une surface L d'ordre l, sur laquelle se trouve la courbe M.

» Nous obtiendrons le théorème :

» *Quand un tétraèdre polaire* $a_1\, a_2\, a_3\, a_4$ *par rapport à une surface* F *du second ordre se meut de telle manière que les sommets* a_1, a_3 *parcourent une surface* P *d'ordre* p *et le sommet* a_2 *une courbe* M *d'ordre* m *sur la même surface, son quatrième sommet* a_4 *décrit une surface* R *qui consiste en trois parties, savoir : en la surface utile d'ordre* $2m(l-1)^2$; *en* $2m$ *plans multiples d'ordre* $(l-1)$ *tangents aux points fondamentaux de la courbe* M, *et enfin en une surface gauche d'ordre* $4lm$.

» *Le plan des sommets* a_2, a_2, a_3 *enveloppe une surface de la classe* $2m(l-1)^2$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la forme binaire du sixième ordre.* Note de M. R. PERRIN [1].

« Dans ma précédente Note, j'ai défini les invariants A, B, ainsi que les covariants S, S', Q, Q', U, U', U'', H, H', H'', P et N. Je prendrai pour C l'invariant du sixième degré désigné par la même lettre dans l'Ouvrage de M. Salmon (*Lessons on Higher Algebra*, 1876, nº 248); pour D un invariant du dixième degré, tel que le discriminant de S' ait pour valeur

$$4D - A^2C - 64AB^2 - 12BC \text{ } [2].$$

R est l'invariant commun des trois covariants quadratiques gauches S''', S^{IV}, S^{V}, lesquels sont respectivement les jacobiens de S et S', de S et S'', de S' et S''; S'' s'obtient d'ailleurs en opérant avec S' sur Q, et appelant le résultat $12S'' + 4(12BS - AS')$. Je prends pour Q'' le jacobien de S et Q, pour Q''' celui de S' et Q, pour Q^{IV} celui de S' et Q'; j'appelle $AU'' + 2U'''$ celui de U et S', ce qui définit U'''; enfin je prends pour U^{IV} le jacobien de S et U'. Les péninvariants, sources de tous les covariants simples ainsi définis, sont tous entiers quand les coefficients $a, b, c, \ldots$ de la forme primitive sont eux-mêmes entiers.

---

[1] Voir *Comptes rendus* du 11 juin 1883.

[2] L'invariant que M. Salmon (*loc. cit.*, nº 250) désigne par la même lettre D aurait ici pour expression $D - 8AB^2 - 15BC$.

» Ceci posé, les douze péninvariants droits du Tableau se calculent de proche en proche, en partant des coefficients de la forme, savoir u, h, q, A par les formules (2), et les autres au moyen des huit relations suivantes :

$$(15)\quad \begin{cases} u^3u' = u^2hq - n^2 - 4h^3, \\ u^2q' = 12uu'q + h'^2 + 4hq^2, \\ u^3s = u^2(Ah + 2q^2) - 18uhu' - 3h'n - 12h^2q, \\ 3u^2B = u(3Au' - 2qs) + q^3 - 27u'^2 + h(2Aq - 3q'), \\ 3us' = -uAs + (A^2 - 36B)h + 36u's + q(3q' - 4Aq), \\ 3uC = -4uAB + (A^2 - 36B)u' - qs' + s(3Aq - 4q'), \\ us'' = u'(3s' - As) + q'(2Aq - q') + (4B - A^2)q^2, \\ uD = 3(Bq - s^2)s' + (q' - Aq)s'' + (As^2 + 4Bq')s \\ \qquad - (4C + 9AB)qs + (A^2B + 3AC + 108B^2)u'. \end{cases}$$

» De ces huit relations (qui deviennent des syzygies en y remplaçant les péninvariants par les covariants correspondants, et dont les cinq premières avaient déjà été écrites ci-dessus), les trois premières peuvent aussi être considérées comme donnant l'expression des carrés et du produit des deux péninvariants gauches n, h', en fonction de péninvariants droits. Les cinq dernières donnent des syzygies entre formes droites, et en y ajoutant la suivante, qui résulte de l'élimination de n et de h' entre les trois premières,

$$(16)\quad (12Aq - 9q')u' - 4q^2s + (As - 3s')h - u(s^2 + 12Bq) = 0,$$

elles constituent un des groupes de six syzygies indépendantes qui doivent exister entre les douze formes droites. Ces six syzygies correspondent respectivement, aux notations près, aux première, quatrième, neuvième, cinquième, onzième et deuxième du groupe de quinze syzygies droites que M. Stephanos a calculées par une autre méthode et données dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 22 janvier 1883. Les neuf autres syzygies de M. Stephanos se déduisent assez facilement de ces six syzygies fondamentales. Ainsi, en désignant ces dernières, pour abréger, par $\alpha = 0$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$, $\delta = 0$, $\varepsilon = 0$, $\zeta = 0$, il est aisé de vérifier que les péninvariants composés

$$\tfrac{4}{3}s\alpha + u'\beta - h\gamma - \tfrac{1}{3}q\zeta,$$
$$(\tfrac{1}{9}A^2 - 4B)\alpha + (\tfrac{1}{3}q' - \tfrac{2}{9}Aq)\beta + (3u' - \tfrac{1}{3}Au)\gamma + q\delta,$$
$$(\tfrac{4}{3}Aq - \tfrac{1}{3}q')\alpha + \tfrac{1}{9}q^2\beta - \tfrac{1}{3}uq\gamma + h\delta - u'\zeta,$$
$$(\tfrac{1}{3}s' - \tfrac{1}{9}As)\alpha + \tfrac{1}{3}(us + q^2)\gamma + 3u'\delta + (\tfrac{1}{3}q' - \tfrac{2}{9}Aq)\zeta,$$
$$(\tfrac{1}{3}s' - \tfrac{1}{9}As)\beta + (q' - \tfrac{4}{3}Aq)\gamma - 4s\delta + (4B - \tfrac{1}{9}A^2)\zeta$$

sont divisibles par u; comme ils sont d'ailleurs identiquement nuls, on en conclut, en supprimant le facteur u, les cinq nouvelles syzygies droites :

$$(17)\quad \left\{\begin{aligned} &3u'(s'-As)+q(3s^2+4Bq)-(3C+4AB)h+4uBs=0,\\ &q(s''-As')+q'(s'-As)+(A^2-8B)qs\\ &\qquad +3(3C+4AB)u'-u(AC+A^2B+12B^2)=0,\\ &hs''+u's^2+(Aq-q')(2qs-Au')-u(Cq+Bq')=0,\\ &u'(3s''-As'+12Bs)+(C+4AB)q^2+qs(s'-As)\\ &\qquad +q'(s^2-4Bq)+u[Bs'+(C+AB)s]=0,\\ &s'^2-4ss''-4Bs^2-4(AC+A^2B+12B^2)q+(3C+4AB)q'=0,\end{aligned}\right.$$

qui correspondent respectivement aux sixième, dixième, troisième, septième et treizième syzygies de M. Stephanos. Désignant de même par $\theta=0$, $\lambda=0$, $\mu=0$, $\nu=0$, $\pi=0$ les cinq syzygies (17), on trouve que les deux péninvariants composés

$$\begin{aligned} &(\tfrac{1}{3}As'-\tfrac{1}{9}A^2s)\beta+(12Bq-\tfrac{1}{3}Aq')\gamma-4s'\delta+4q\varepsilon\\ &\qquad +(4C+\tfrac{28}{3}AB-\tfrac{1}{9}A^3)\zeta+(\tfrac{4}{3}As-4s')\theta+4(q'-Aq)\lambda,\\ &(\tfrac{5}{3}A^2B+\tfrac{4}{3}AC+4B^2)\alpha+(\tfrac{1}{3}Cq+\tfrac{2}{3}ABq-\tfrac{1}{2}Bq')\beta+(6Bu'-q's)\gamma\\ &\qquad +3(s^2+Bq)\delta+3u'\varepsilon+(\tfrac{4}{3}Aq'+4Bq-A^2q)\theta-3Au'\lambda+q'\nu \end{aligned}$$

sont encore divisibles par u, et l'on en conclut les deux nouvelles syzygies droites

$$(18)\quad \left\{\begin{aligned} &As'^2-4s's''-16Bss'-4(AB+C)s^2\\ &\qquad +4(D-3BC-4AB^2)q-(AC+48B^2)q'=0,\\ &3(s^2+Bq)s''+3(AC+8B^2)qs\\ &\qquad +2(AB-C)q's+(C+2AB)qs'\\ &\qquad +u'(3D+18BC+48AB^2-A^2C-2A^3B)\\ &\qquad\qquad +uB(5A^2B+4AC+12B^2)=0,\end{aligned}\right.$$

qui correspondent à la quatorzième et à la douzième de M. Stephanos, et ainsi de suite.

» Une fois les quatre invariants A, B, C, D calculés par les formules données ci-dessus, on obtiendra le discriminant Δ de la forme primitive par la formule

$$(19)\quad \Delta=A^5-375A^3B-25000AB^2-625A^2C-46875BC+3125D.$$

» Les quatorze péninvariants gauches du Tableau se calculent successi-

vément, savoir n et h' par les formules (2), et les autres au moyen des relations suivantes :

$$
(19)\quad \left\{
\begin{aligned}
up &= hh' - nq, \quad uh'' = 3h'u' - 2pq,\\
u^2u'' &= u(An - h'q) + 12hp - 18nu',\\
uq'' &= u''q - h's, \quad uu^{\text{IV}} = 2ps - 3u'u'',\\
uu''' &= 4ps + 2h''q + (q' - Aq)h' - 6u'u'',\\
uq''' &= (Au'' + 2u''')q - h's',\\
uq^{\text{IV}} &= \tfrac{1}{2}A(h's' - u''q') - h''s' - u'''q',\\
us''' &= (Au'' + 2u''')s - u''s',\\
us^{\text{IV}} &= (4Bs - s'')u'' + \tfrac{2}{3}(Au^{\text{IV}} + 5q''s)s,\\
us^{\text{V}} &= (4Bs' - As'')u'' - 2u'''s'' + \tfrac{2}{3}(Au^{\text{IV}} + 5q''s)s',\\
uR &= (As^2 - 2ss' - 2Bq' - Cq)s''' + 2(2Bq - s^2)s^{\text{IV}} + (q' - Aq)s^{\text{V}},
\end{aligned}
\right.
$$

dont les trois premières ont déjà été écrites ci-dessus, et qui fournissent autant de syzygies en considérant les covariants au lieu de leurs sources.

» Il me reste à donner les expressions types des vingt covariants simples, la forme primitive étant prise pour base, ainsi que les formules de décomposition des péninvariants simples relatifs au cinquième ordre : ce sera l'objet d'une dernière Communication, si l'Académie veut bien le permettre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction continuelle de certaines formes quadratiques.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une précédente Communication (voir *Comptes rendus*, 28 mai 1883), nous avons montré comment l'étude des formes binaires indéfinies à indéterminées conjuguées se ramenait à la question de la réduction continuelle d'une forme définie renfermant plusieurs paramètres. Soit f une forme à coefficients entiers, que nous écrivons, comme précédemment,

$$f = uu_0 - vv_0,$$

où

$$u = \alpha x + \beta y, \quad v = \gamma x + \delta y;$$

la forme définie correspondante est

$$\Phi = uu_0 - vv_0 + 2(Cu + Dv)(C_0u_0 + D_0v_0),$$

C et D étant deux paramètres complexes arbitraires, assujettis seulement à la relation

$$DD_0 - CC_0 = 1.$$

» Je voudrais indiquer rapidement aujourd'hui avec quelle facilité peut s'effectuer la réduction continuelle de la forme Φ, en faisant usage des représentations géométriques suivantes. Supposons que la forme f soit réduite; la forme Φ sera alors réduite pour certaines valeurs de C et D, et, en écrivant

$$\Phi = axx_0 + (m+ni)xy_0 + (m-ni)x_0y + eyy_0,$$

on a les cinq inégalités qui expriment que la forme est réduite :

$$a < c, \quad 2m < a, \quad -2m < a, \quad 2n < a, \quad -2n < a.$$

La première inégalité sera ici

$$\begin{aligned}(CC_0 + DD_0)(\alpha\alpha_0 + \gamma\gamma_0 - \beta\beta_0 - \delta\delta_0)\\ + 2(\alpha\gamma_0 - \beta\delta_0)CD_0 + 2(\alpha_0\gamma - \beta_0\delta)C_0D < 0.\end{aligned}$$

» Posant maintenant $\frac{C}{D} = z$, on pourra mettre la condition précédente sous la forme

$$(zz_0+1)(\alpha\alpha_0 + \gamma\gamma_0 - \beta\beta_0 - \delta\delta_0) + 2z(\alpha\gamma_0 - \beta\delta_0) + 2z_0(\alpha_0\gamma - \beta_0\delta) < 0.$$

Or, en égalant à zéro le premier membre de cette inégalité, on obtient, dans le plan de la quantité complexe z, l'équation d'un cercle qui coupe orthogonalement le cercle de rayon *un* ayant l'origine pour centre. En écrivant de même les quatre autres conditions, on obtient des équations d'une forme toute semblable, et, par suite, la forme Φ sera réduite tant que le point représentant la quantité complexe z sera à l'intérieur d'un polygone curviligne dont les côtés sont des cercles orthogonaux au cercle de rayon *un*; ce polygone ne pourra d'ailleurs avoir plus de cinq côtés. Quand le point z traversera un côté, la forme Φ cessera d'être réduite, et j'indiquerai, dans un travail plus étendu, comment, dans tous les cas qui peuvent se présenter, on peut obtenir la substitution qui la réduit de nouveau. Quand le point z sort du polygone par un sommet, ce n'est plus une seule forme, mais plusieurs formes contiguës que l'on obtient alors, suivant le polygone contigu dans lequel on pénètre.

» Appliquons les considérations précédentes à la forme

$$f = xx_0 - 3yy_0.$$

Nous prendrons

$$\Phi = xx_0 - 3yy_0 + 2(Cx + Dy\sqrt{3})(C_0x_0 + D_0y_0\sqrt{3}),$$

la première inégalité exprimant que cette forme est réduite est satisfaite d'elle-même, et l'on a, en posant $z = \alpha + i\beta$, les quatre conditions

$$\alpha^2 + \beta^2 - 4\alpha\sqrt{3} + 1 > 0,$$
$$\alpha^2 + \beta^2 + 4\alpha\sqrt{3} + 1 > 0,$$
$$\alpha^2 + \beta^2 - 4\beta\sqrt{3} + 1 > 0,$$
$$\alpha^2 + \beta^2 + 4\beta\sqrt{3} + 1 > 0.$$

Le point z devra être à l'intérieur du quadrilatère curviligne ayant ces quatre cercles pour côtés.

» Soient a, b, c, d les sommets de ce quadrilatère respectivement situés dans les quatrième, premier, deuxième et troisième quadrants.

» (I). On traverse le côté ab, non en un sommet : la substitution $x = X - Y$, $y = Y$ réduit de nouveau la forme, et l'on a alors la forme contiguë

$$xx_0 - xy_0 - x_0y - 2yy_0.$$

» (II). On traverse bc : il faut employer la substitution $x = X + iY$, $y = Y$, et la forme contiguë est

$$xx_0 - ixy_0 + iyx_0 - 2yy_0.$$

» (III). En traversant cd, on doit employer la substitution $x = X + Y$, $y = Y$, et l'on a

$$xx_0 + xy_0 + x_0y - 2yy_0.$$

» (IV). Enfin, pour da, on emploiera la substitution $x = X - iY$, $y = Y$, et il vient, pour la forme contiguë,

$$xx_0 + ixy_0 - iyx_0 - 2yy_0.$$

» Supposons maintenant que le point z sorte du polygone par un des sommets en allant dans l'angle opposé à celui du polygone, sans quoi l'on aurait simplement une des formes déjà obtenues.

» (V). Sommet a : on doit employer la substitution $x = X - (1 + i)Y$, $y = Y$, d'où la forme contiguë

$$xx_0 - (1 - i)xy_0 - (1 + i)x_0y - yy_0.$$

» (VI). Sommet b : $x = X + (-1 + i)Y$, $y = Y$,

$$xx_0 - xy_0(1+i) - x_0y(1-i) - yy_0.$$

» (VII). Sommet c : $x = X + (1+i)Y$, $y = Y$,

$$xx_0 + xy_0(1-i) + x_0y(1+i) - yy_0.$$

» (VIII). Sommet d : $x = X + (1-i)Y$, $y = Y$,

$$xx_0 + xy_0(1+i) + x_0y(1-i) - yy_0.$$

» On a avec les huit formes précédentes le tableau complet des formes contiguës à la forme f. »

MÉCANIQUE. — *Sur un nouveau système de bascule.* Note de M. **A. Picart.**

« **1.** Roberval, qui vivait au commencement du XVIIe siècle, reconnut le premier que si les milieux de deux côtés opposés d'un parallélogramme articulé à ses sommets sont fixes, deux forces égales, parallèles aux deux autres côtés, l'une d'un côté, l'autre de l'autre des points fixes, appliquées à deux points qui sont liés invariablement à ces côtés, se font équilibre sur ce parallélogramme, quelle que soit leur distance respective aux deux points fixes.

» **2.** Mais il ne songea pas à étendre ce principe au cas où les deux points fixes divisent deux côtés opposés en deux segments inégaux, respectivement proportionnels. Or, dans ce cas, les deux forces, pour se faire équilibre, au lieu d'être égales, doivent avoir des grandeurs inversement proportionnelles aux deux segments que détermine chaque point fixe.

» **3.** Cette propriété générale se démontre facilement par l'application du principe des vitesses virtuelles, ou par celle de la théorie des couples.

» On reconnaît, en effet, que, dans le mouvement infiniment petit du parallélogramme autour de ses deux points fixes, les projections des déplacements des points d'application des deux forces P, Q sur leur direction sont de sens contraire et inversement proportionnelles à ces forces, et, par conséquent, que la somme algébrique des moments virtuels des deux forces est nulle : ce qui est la condition d'équilibre.

» D'autre part, si l'on applique le long de chacun des côtés parallèles aux forces P, Q deux forces contraires, égales respectivement à ces forces, ce qui ne trouble pas l'équilibre, puisqu'elles se détruisent deux à deux, on a un système de *deux forces*, respectivement égales à P et Q, agissant le

long des côtés du parallélogramme qui leur sont parallèles, et de *deux couples* ayant pour bras, perpendiculaires aux forces, les distances respectives des deux forces P et Q à ces côtés. Or, chacun de ces couples peut être remplacé par un autre équivalent, ayant pour bras oblique le côté correspondant du parallélogramme, et pour forces des forces dirigées dans le sens des côtés où sont les points fixes. L'effet de chacun de ces derniers couples est alors détruit par la résistance de ces points, et il ne reste, pour l'équilibre, que les deux forces égales à P et Q, agissant le long des côtés du parallélogramme qui leur sont parallèles. Ces deux forces, qui agissent sur les extrémités d'un levier de premier genre, doivent, pour se faire équilibre, être entre elles en raison inverse de leurs distances au point fixe, ou des deux bras correspondants du levier, qui sont proportionnels à ces distances.

» Les forces détruites des deux couples produisent sur les points fixes et les articulations du parallélogramme des actions et réactions, dont il faut tenir compte pour la construction de la machine qui réalise cette forme particulière d'équilibre.

» 4. C'est par cette extension du principe de Roberval, que l'on a longtemps appelé un *paradoxe statique*, que j'ai été conduit à l'idée d'un nouveau système de bascule (pour lequel j'ai pris un brevet le 8 mars 1883), où le poids du fardeau à peser agit parallèlement à la verticale des points fixes sur un point invariablement lié à un côté du parallélogramme, et est équilibré par un poids qui est appliqué à l'extrémité opposée du côté supérieur de ce parallélogramme. Celui-ci est ainsi réduit à ce côté, au côté vertical qui correspond au fardeau et au segment correspondant du côté parallèle au premier. Dans la réalisation matérielle de ce système, le fardeau repose sur un tablier horizontal relié au côté vertical correspondant.

» 5. Lorsque les poids du levier du côté qui se meut parallèlement à lui-même, du tablier et du segment se font équilibre, cet équilibre a lieu, quelle que soit l'inclinaison du levier.

» Pour que l'équilibre n'ait lieu que dans la position horizontale du levier, il faut qu'un certain poids agisse sur un point d'une perpendiculaire au levier menée par le point fixe, situé au-dessous et lié invariablement à lui, pour le ramener dans la position horizontale, quand il en est écarté.

» La *sensibilité* de la machine est alors donnée par la formule

$$\tang\varphi = \frac{\varpi l}{md},$$

où m est ce poids, d la distance de son point d'application au levier, l la longueur de son petit bras, ϖ le poids qu'on ajoute au poids P, faisant équilibre au poids Q, et φ l'angle d'inclinaison du levier. C'est la grandeur du poids ϖ, correspondant à une inclinaison donnée φ, qui mesure la sensibilité. Plus ϖ est petit, plus la machine est sensible. La formule précédente montre qu'elle est directement proportionnelle à m et à d, et inversement proportionnelle à l.

» 5. Si l'on donne à la machine une autre disposition, consistant en ce que le levier ab, au lieu de tourner autour d'un de ses points, tourne autour d'un point o, très rapproché de lui et lié invariablement à lui, et la tige inférieure est parallèle à oa, en désignant par p, q les poids qui se font équilibre sur le levier dans sa position horizontale, quand le tablier n'est chargé d'aucun poids, par l la longueur oa, et par α l'angle oab, on a, lorsque le tablier est chargé et la machine en équilibre sous l'action des forces P, Q, la formule

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\varpi l \cos\alpha}{(P + Q + p + q + \varpi)\sin\alpha + md}.$$

» On voit ainsi que la sensibilité ϖ est d'autant moindre que P est plus grand. C'est pourquoi il faut, si l'on adopte cette disposition, que l'angle α soit le plus petit possible, parce qu'alors, $\cos\alpha$ étant très voisin de 1 et $\sin\alpha$ très petit, cette formule se rapproche de la formule précédente, qui est indépendante de P.

» Cette seconde disposition a alors sur la première l'avantage de permettre de supprimer le poids m; car, lorsque ab tourne autour du point fixe o, à partir de la position horizontale d'un angle $d\alpha$, le rapport des deux bras de levier des poids $P + p$, $Q + q$, qui est $\frac{l\cos\alpha}{l'\cos\alpha'}$, l' désignant la longueur ob et α' l'angle oba, et a pour dérivée $\left(\text{au facteur constant près } \frac{l}{l'}\right)$ $-\frac{\sin(\alpha + \alpha')}{\cos^2\alpha'}$, diminue quand $d\alpha$ est positif, et augmente quand $d\alpha$ est négatif, ce qui entraîne la tendance de ab à revenir dans la position horizontale.

» Mais on peut laisser les trois points a, o, b en ligne droite, sans l'introduction du poids m, en adoptant une troisième disposition, où le poids $P + p$ agit sur l'extrémité a du levier par une lame d'acier verticale ac articulée en c avec le tablier et située à une distance quelconque du côté vertical du parallélogramme, lequel est maintenant formé de la ligne des points fixes, d'une parallèle à cette ligne et de deux tiges horizontales égales articulées avec ces deux lignes. »

OPTIQUE. — *Du pouvoir amplifiant des instruments d'Optique.* Note de M. **Monoyer**, présentée par M. de Quatrefages.

« En prenant pour mesure du *pouvoir amplifiant* le rapport de grandeur des images rétiniennes d'un même objet vu successivement à travers l'instrument et à l'œil nu, rapport égal à celui des angles visuels sous-tendus par l'image due à l'instrument seul et par l'objet, j'arrive à la formule tout à fait générale

$$(1) \qquad \Gamma = G\rho R,$$

dans laquelle G représente le *grossissement*, c'est-à-dire le rapport entre la grandeur de l'image fournie par l'instrument et la grandeur de l'objet; ρ désigne la distance de l'objet vu à l'œil nu, et R est l'inverse de la distance de vision r de l'œil armé de l'instrument. Les distances ρ et r sont comptées à partir du premier *point nodal* de l'œil.

» A. *Instruments grossissants* (*loupe, microscope, etc.*). — La distance ρ étant ici arbitraire, on a à distinguer divers genres de pouvoir amplifiant, et notamment :

» 1° Le pouvoir *relatif* correspondant à $\rho = 1$. Attendu que

$$G = q'F$$

avec

$$q' = r + \quad - d_0,$$

la formule (1) donne alors

$$(2) \qquad \Gamma = q'FR = F + R(1 - d_0 F) = \Phi_{FR}.$$

F est l'inverse de la longueur focale ou le *pouvoir dioptrique* de l'instrument; d_0 la distance de son second *point principal* au premier *point nodal* de l'œil.

» On voit que, dans ce cas, *le pouvoir amplifiant est égal au pouvoir dioptrique* Φ_{FR} *d'un système binaire composé des dioptres* F *et* R.

» L'expression de ce pouvoir devient égale au pouvoir dioptrique F de l'instrument seul, dans deux circonstances : (a) lorsque $R = 0$ (*emmétropie*) quel que soit d_0; (b) lorsque $d_0 = f$, c'est-à-dire lorsque le second *point focal* de l'instrument coïncide avec le premier *point nodal* de l'œil, quelle que soit alors la distance de vision. Le pouvoir dioptrique d'un microscope peut donc servir de mesure à la *puissance* de l'instrument.

» On voit encore que, si l'on a $d_0 < f$, Γ croît en même temps que R augmente, c'est-à-dire que r diminue (accroissement d'accommodation),

que, au contraire, si l'on a $d_0 > f$, Γ augmente quand R diminue ou que, devenu négatif, il croît en valeur absolue (désaccommodation et hypermétropie).

» 2° Le pouvoir *comparatif*, répondant à $\rho = r$. Dans ce cas,

$$(3) \qquad \Gamma = G.$$

C'est la quantité qu'on mesure habituellement dans le microscope et qui représente, en effet, le grossissement, tel que je l'ai défini.

» 3° Le pouvoir *absolu* qui, supposant l'objet placé à la même distance de l'œil nu ou armé, représente l'action propre de l'instrument.

» En introduisant cette condition dans l'expression de ρ et en désignant par ε l'intervalle des points principaux de l'instrument, on tire de la formule fondamentale (1)

$$(4) \quad \Gamma = 1 + \varepsilon R + (\varepsilon + d_0) F(1 - d_0 R) = 1 + d_0 F(1 - d_0 R) + \varepsilon \Phi_{FR}.$$

» B. *Instruments rapprochants* (*lunettes, longues-vues, télescopes, etc.*). — Ici, nous ne sommes plus maître de faire varier la distance ρ à notre gré; elle est nécessairement la même, que nous regardions l'objet à l'œil nu ou par l'intermédiaire de l'instrument. C'est donc le pouvoir *absolu* qui seul peut servir de mesure à la *puissance* d'une lunette.

» Mais, comme le pouvoir dioptrique de cette classe d'instruments est, en général, nul ou voisin de zéro, il convient d'exprimer G en fonction des pouvoirs dioptriques F_1 de l'objectif et F_2 de l'oculaire. En appelant alors d_1 l'intervalle compris entre le premier point principal de l'objectif et le second point principal de l'oculaire, d_2 la distance de ce dernier point au premier point nodal de l'œil, on déduit de la formule (1) l'expression

$$(5) \qquad \Gamma = \frac{F_2}{F_1}\left[1 + \frac{1 + (d_1 + d_2)F_1}{qF_1}\right]\left[1 + \frac{(1 - d_2 F_2)R}{F_2}\right],$$

qui représente la valeur exacte du pouvoir amplifiant d'une lunette d'approche pour un œil dont la distance d'accommodation est r, tandis que l'objet est situé à la distance q du premier foyer de l'objectif.

» Si l'objet se trouve à une distance infinie ($q = \infty$), et si l'observateur accommode aussi pour l'infini ($R = 0$), ou qu'il fasse coïncider le second point focal de l'oculaire avec le premier point nodal de son œil ($d_2 = f_2$), il est facile de voir que la formule (5) se réduit à

$$\Gamma = \frac{F_2}{F_1} = \frac{f_1}{f_2}.$$

» Nous retrouvons ainsi l'expression classique de ce que la plupart des auteurs appellent à tort le *grossissement* de la lunette, dénomination d'autant moins juste que le véritable grossissement, c'est-à-dire le rapport de grandeur de l'image à l'objet, a, dans ce cas, une valeur précisément inverse de celle du pouvoir amplifiant; on a, en effet,

$$G = \frac{F_1}{F_2} = \frac{f_2}{f_1}.$$

» Les remarques que j'ai faites, à propos du microscope, relativement à l'influence de la distance d'accommodation sur la grandeur du pouvoir amplifiant, s'appliquent aussi de tout point aux lunettes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Évaporation de l'eau de mer dans le sud de la France et, en particulier, dans le delta du Rhône.* Note de M. **Dieulafait.**

« Dans ma Note du 4 juin dernier, j'avais avant tout pour but de faire disparaître l'erreur de M. Roudaire sur la valeur du rapport de l'évaporation de l'eau de mer à celle de l'eau ordinaire. J'ai fait cette détermination expérimentalement pour me placer dans les conditions fixées par M. Roudaire; mais, en outre, j'ai étudié les rapports de la force élastique de la vapeur d'eau pure à celle de l'eau de mer normale et à divers degrés de concentration. En particulier, à 20°, la différence entre la force élastique de la vapeur d'eau pure et celle de l'eau de mer normale est inférieure à $0^{mm},5$: à 40°, elle est d'environ 1^{mm}; à 60°, elle n'atteint pas 3^{mm}. Si, dès lors, on prend de l'eau de mer et de l'eau pure à 40°, le rapport des forces élastiques sera $\frac{53,906}{54,906} = 0,98$. Ainsi, même à la température très élevée de 40°, quand l'eau douce perdra une hauteur de $0^{m},100$, l'eau de mer, dans les mêmes conditions, perdra $0^{m},098$. Ces résultats confirment, on le voit, d'une façon complète, ceux que j'avais obtenus en déterminant directement, à l'aide de la balance, l'évaporation de l'eau douce et celle de l'eau de mer.

» Aujourd'hui, je viens communiquer à l'Académie un certain nombre de résultats constituant une première série d'éléments pratiques susceptibles, je crois, de fournir déjà quelques notions applicables à la mer intérieure.

» La question dont je commence aujourd'hui l'examen est celle de l'évaporation en grand des eaux de la mer.

» Les terrains sur lesquels sont établis les marais salants ne sont nulle part suffisamment imperméables pour qu'on puisse appliquer aux bassins des appareils mesurant directement l'évaporation; d'un autre côté, pour beaucoup d'autres raisons, je ne pouvais m'arrêter à ce mode de recherches. J'ai employé une méthode, dont voici le principe :

» Dans un réservoir dont on mesure la profondeur au commencement de l'expérience, on prend, à deux instants donnés, de l'eau de mer, et l'on détermine sur un même volume de chacune de ces deux prises : 1° le poids des deux eaux telles quelles; 2° le poids de substances salines (par évaporation avec les précautions voulues, notamment pour le chlorure de magnésium); 3° la quantité de chlore (par le nitrate d'argent et le bichromate de potasse). La connaissance de l'une de ces trois quantités suffit pour qu'on puisse déterminer l'épaisseur de la couche d'eau évaporée pendant l'intervalle qui a séparé les deux prises dans un même bassin. On comprend, dès lors, qu'on peut, dans des séries de bassins, prendre, à des intervalles déterminés, deux petits flacons d'environ 120^{cc} d'eau; on a tout ce qui est nécessaire pour déterminer la hauteur de la couche évaporée dans chaque bassin pendant le temps qui s'est écoulé entre chaque remplissage des deux flacons. On peut ainsi, dans une journée, recueillir les matériaux de plus de cent déterminations; en outre, ces déterminations seront beaucoup plus précises et plus approchées que ne le seraient celles que donneraient des appareils mesureurs installés sur chaque bassin, ce dernier fût-il absolument étanche.

» Voici deux séries de résultats obtenus à l'aide de la méthode dont je viens d'indiquer le principe.

» 1° *Région des Saintes-Maries.* — Ces observations ont été faites à la fin du mois de juillet 1876, au bord de la mer. Du côté du nord j'étais séparé de la terre par les étangs de l'Impérial, de Malagroy, de Monro, du Valcarès, au nord desquels s'étendent encore de grands marais dont l'élévation au-dessus du niveau de la mer varie de zéro à quelques décimètres. J'étais ainsi séparé de la terre proprement dite par 15^{km} d'eau marine et 6^{km} de marais : c'est plus que la largeur moyenne du chott Rarsa. Au sud, j'avais la Méditerranée complètement ouverte.

» L'un des vases dont je me sers, haut de $0^{m},12$, reçut une couche d'eau de mer normale haute de $0^{m},10$ et fut plongé dans l'eau jusqu'à ce que les deux niveaux fussent à peu près les mêmes, durant vingt-quatre heures : l'évaporation fut de 12^{mm}. Le lendemain, de l'eau nouvelle fut mise dans l'appareil et il fut changé de place; il perdit en vingt-quatre heures 11^{mm};

l'air était très calme, et la brise, suivant les heures, venait de la terre ou de la mer.

» 2° *Région de Cari.* — Sur la côte qui s'étend de l'Estaque (près de Marseille) au cap Couronne, j'ai surtout étudié le vent du sud, c'est-à-dire celui qui a traversé toute la Méditerranée. En 1876, du 10 juillet au 2 août, l'évaporation a varié de 8^{mm} à 13^{mm} par jour.

» Voici maintenant une autre série de résultats d'une tout autre origine : c'est le relevé de l'évaporation mesurée dans le salin de M. Dol, à Martigues. Les observations dans le salin de M. Dol étant faites exclusivement au point de vue de l'industrie du sel, la caisse de l'évaporomètre est garnie avec de l'eau à 7° B.; or de l'eau à 7° est de l'eau qui a déjà perdu 0,460 de son volume primitif : c'est donc de l'eau de mer presque diminuée de moitié; *de plus*, on laisse cette eau s'évaporer parfois jusqu'à être réduite encore de plus de moitié, ce qui représente moins de *un quart* de l'eau marine normale; dans ces conditions, l'évaporation, on le comprend, est fortement diminuée; enfin la caisse de l'évaporomètre reçoit l'eau de pluie, mais il en est tenu compte par une mesure directe.

» Voici les hauteurs d'eau évaporées pour chacun des mois de l'année 1876 :

	m
Janvier	0,170
Février	0,090
Mars	0,120
Avril	0,240
Mai	0,210
Juin	0,236
Juillet	0,248
Août	0,240
Septembre	0,110
Octobre	0,110
Novembre	0,092
Décembre	0,100
	1,966

$$\frac{1^{m},966}{365} = 5^{cc},4.$$

» C'est, on le voit, une moyenne de $5^{cc},4$ par jour. Si maintenant on considère que l'évaporation a été mesurée sur de l'eau de mer déjà réduite de plus de moitié de son volume primitif, on comprendra que $5^{cc},4$ est un nombre trop faible. Je rappellerai que M. Pechinet (*Comptes rendus des séances de la Commission supérieure*, p. 319) donne $2^{m},50$ à $2^{m},70$ pour

valeur de l'évaporation annuelle dans la Camargue. Mes observations m'ont conduit à un chiffre un peu plus faible, $2^{m},20$, ce qui correspond à une évaporation journalière de $6^{mm},1$.

» Un fait ressort avec certitude de ce qui précède, c'est que sur la côte française de la Méditerranée, dans la région du delta du Rhône, *même en des points séparés de la terre ferme par plus de* 20^{km} *d'eau et de marais, avec la grande mer s'étendant de l'autre côté, l'évaporation moyenne de l'année pour l'eau de mer est au moins de* 6^{mm} *par jour.* »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés des sulfure, séléniure et tellurure d'étain.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« *Sulfure d'étain* SnS. — Quand on chauffe doucement un mélange à équivalents égaux de soufre et de limaille d'étain, la majeure partie du soufre distille et l'on obtient une masse grise et terne; chaque fragment de limaille s'est recouvert d'une couche de sulfure; mais, comme la température n'est pas suffisamment élevée pour fondre celui-ci, il a protégé le métal restant. Si l'on mélange de nouveau cette matière avec du soufre et que l'on chauffe au rouge, on obtient après refroidissement un culot de matière fondue, à cassure lamelleuse et brillante : c'est du protosulfure d'étain avec un léger excès de soufre ou d'étain.

» Pour le purifier on le chauffe dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène; la masse fond au rouge sombre, commence à donner des vapeurs au rouge vif, puis on voit se former en avant et en arrière de la nacelle des anneaux constitués par des cristaux de sulfure sublimé, qui affectent le plus souvent la forme de losanges minces et brillants dont l'angle est très voisin de 90°; ils fondent à une température voisine de celle à laquelle ils se déposent et donnent un liquide mobile qui se rassemble au fond du tube.

» Le protosulfure d'étain pur est une belle matière brillante, douée d'un éclat métallique bleuâtre, comparable à celui de la galène; il est mou, friable; sa cassure est lamelleuse et brillante, sa poussière tache les doigts comme la plombagine ou le sulfure de molybdène. Il fond au rouge et, quand il se solidifie, augmente notablement de volume, au point de briser invariablement tous les creusets de terre ou de porcelaine dans lesquels l'opération s'effectue. A partir du rouge sombre, il émet des vapeurs qui deviennent très abondantes au rouge vif; elles présentent une belle cou-

leur verte qui rappelle la nuance de la raie principale du thallium; la densité à zéro du sulfure distillé est 5,0802.

» La formation du sulfure d'étain s'effectue sans dégagement de chaleur notable; aussi sa vapeur se dissocie-t-elle sous l'influence de la chaleur. Si, en effet, on chauffe dans un courant d'hydrogène une certaine quantité de protosulfure d'étain distillé et pur, les vapeurs vertes apparaissent quand la température arrive au rouge sombre, et en même temps l'hydrogène entraîne avec lui des traces d'hydrogène sulfuré; à mesure que la température s'élève et que les vapeurs se forment en plus grande quantité, la proportion de ce gaz augmente, tout en restant toujours très faible, et au rouge vif l'hydrogène, passant avec la vitesse de 4^{lit} à l'heure, contient les $\frac{37}{1000}$ environ de son volume d'hydrogène sulfuré. Quand tout le sulfure est volatilisé, il reste des globules d'étain pur dans la nacelle.

» Ce fait tient à ce que, sous l'action de la chaleur, une portion de la vapeur se décompose, le soufre mis en liberté se combine directement à l'hydrogène dans les régions plus froides du tube, et l'acide sulfhydrique qui, au-dessous de 400°, n'éprouve aucune décomposition sensible, se dégage avec l'hydrogène; la dissociation étant d'autant plus grande que la température est plus haute, on comprend qu'il y ait plus d'hydrogène sulfuré formé au rouge blanc qu'au rouge sombre, puisqu'il y a plus de soufre mis en liberté et capable de s'unir à l'hydrogène dans les parties du tube où la température est convenable. Quant à l'étain, qui n'est pas volatil, on devra le retrouver dans les points les plus chauds du tube, là où la vapeur s'est dissociée : c'est en effet ce qui a lieu; la nacelle est tapissée de gouttelettes fines de ce métal, et l'on en retrouve aussi sur les parois du tube au-dessus de la nacelle; cependant la plupart d'entre elles ont coulé en vertu de leur poids et sont venues se rassembler en gouttes plus volumineuses au fond de la nacelle; de plus, là où s'est déposé l'anneau de cristaux, celui-ci a fondu aux points les plus rapprochés de la nacelle; le sulfure présentait en ces points une tension notable de vapeur : aussi, là encore, sur les bords extrêmes de l'anneau, on trouve quelques gouttes d'étain qui prouvent que la vapeur y était dissociée; le métal mis en liberté est resté sur place et le soufre, entraîné dans des régions plus froides, s'est dégagé à l'état d'hydrogène sulfuré.

» Le phénomène ne peut pas être attribué à une action réductrice de l'hydrogène sur le sulfure, car il faudrait pour cela que la chaleur de formation du protosulfure d'étain fût inférieure à celle de l'hydrogène sulfuré (2^{Cal},3), ce qui est peu probable, la chaleur de formation des sulfures

métalliques, à part celui d'argent, variant entre 5^{Cal} et 20^{Cal}; d'ailleurs l'étain décompose très facilement l'hydrogène sulfuré; déjà une lame de ce métal, enfermée dans un tube avec de l'acide sulfhydrique sec et chauffée à 100° se recouvre d'un enduit brun de protosulfure; à température un peu plus haute, quand l'étain est fondu, mais quand l'hydrogène sulfuré n'éprouve pas encore trace de décomposition sous l'influence de la chaleur, le métal se recouvre d'une couche terne cohérente, d'aspect métallique : c'est du protosulfure qui, ne fondant pas dans ces conditions, enveloppe le métal d'une couche protectrice; si l'on vient à la rompre en agitant le tube, on voit apparaître la surface très brillante de l'étain fondu, mais presque immédiatement elle se ternit et se recouvre d'une nouvelle couche de sulfure. Ainsi l'étain décompose l'acide sulfhydrique facilement et à basse température, l'hydrogène ne réduit pas le protosulfure, et la formation d'hydrogène sulfuré dans l'expérience précédente est bien due à la dissociation de la vapeur.

» II. *Séléniure d'étain* Sn Se. — Quand on chauffe un mélange à équivalents égaux de séléniure pulvérisé et d'étain en limaille, la combinaison commence dès que le sélénium fond, et elle a lieu avec dégagement notable de chaleur et de lumière; on obtient une masse métallique qui, chauffée dans un courant d'hydrogène, fond au rouge clair en donnant une vapeur faiblement verte; on voit bientôt se former des cristaux en avant et en arrière de la nacelle, puis ils fondent et le liquide qui en provient se réunit à la partie la plus basse du tube.

» Le protoséléniure d'étain distillé est une substance brillante, douée d'un éclat métallique bleuâtre et tout à fait semblable au sulfure; ses cristaux ont le même aspect; comme lui, il se brise facilement; sa cassure est brillante et lamelleuse et sa poussière tache les doigts; il fond au rouge clair, puis se volatilise sans éprouver de décomposition notable; le protoséléniure d'étain distillé, chauffé dans un courant d'hydrogène, se volatilise : il ne reste dans la nacelle qu'un très petit globule de métal; la décomposition est donc excessivement faible à très haute température. La densité à 0° de ce séléniure est 6,179.

» III. *Tellurure d'étain* Sn Te. — Il se produit quand on chauffe un mélange à équivalents égaux des deux éléments; la combinaison commence quand l'étain fond; elle s'effectue avec dégagement de lumière et laisse une masse grise, terne et pulvérulente, qui, chauffée dans un courant d'hydrogène, fond, commence à émettre au rouge blanc des vapeurs vertes comme celles de protosulfure, puis distille très lentement, même au rouge

blanc et se condense en cristaux. Le tellurure d'étain est blanc grisâtre, d'aspect métallique, fragile et à cassure grenue; ses cristaux paraissent appartenir au système régulier, et il ne se décompose pas sous l'action de la chaleur. Sa densité à zéro est 6,478. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Détermination de l'acide carbonique de l'air dans les stations d'observation du passage de Vénus;* par MM. **A. Muntz** et **E. Aubin**.

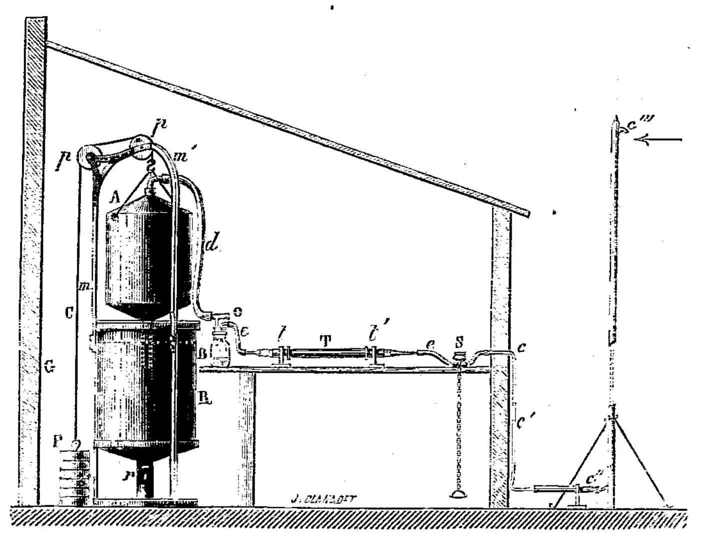
« Les recherches effectuées dans ces dernières années sur la constitution de l'atmosphère, au point de vue de sa teneur en acide carbonique, ont modifié les idées anciennement admises sur ce sujet; elles ont montré que ce gaz entre pour une moins forte proportion dans la masse de l'air qu'on le croyait antérieurement et que les variations que cette proportion est capable de subir se maintenaient entre des limites peu éloignées. Cependant les observations effectuées avec les nouvelles méthodes, d'une précision plus grande, ont été faites dans les régions tempérées et sur des points peu éloignés. Il est important de savoir si cette proportion se maintient constante sur toute la surface du globe, si les variations dans les stations très éloignées sont du même ordre et soumises aux mêmes causes.

» Dans la séance du 6 mars 1882, M. Dumas, résumant les travaux faits sur ce sujet, a exposé d'une manière magistrale l'état de la question; il a tracé en même temps le programme des travaux à exécuter pour établir, d'une manière définitive, dans le temps présent, la grande moyenne de l'acide carbonique existant dans l'air, les chiffres obtenus devant servir de point de repère pour déterminer, à des intervalles de temps plus ou moins éloignés, les variations que cette proportion peut subir dans le cours des âges. Les missions envoyées dans différents points du globe pour observer le passage de Vénus sur le Soleil offraient l'occasion de faire des déterminations dans des stations variées; M. Dumas voulut bien nous confier l'exécution de ce travail, au moyen des procédés d'analyse que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie et nous assurer le précieux concours des savants éminents qui dirigeaient ces expéditions lointaines.

» Nous avons ainsi, sous les auspices de l'illustre maître et avec les ressources que l'Académie a mises à notre disposition, organisé ce travail en simplifiant autant que possible le rôle des observateurs, qui consistait uniquement à faire passer dans un tube rempli de ponce potassée un volume

d'air mesuré dans un gazomètre. Ces tubes nous étaient rapportés et nous déterminions, par des méthodes précises, l'acide carbonique qu'ils avaient absorbé.

» Le gazomètre servant d'aspirateur et de mesureur consistait en une pipette en tôle galvanisée d'une capacité de 160^lit environ. Le jaugeage était fait au préalable. Cette pipette était placée dans un réservoir plein



A, pipette servant d'aspirateur et de mesureur;
R, réservoir d'eau;
r, robinet de vidange;
*pp*C, corde soutenant la pipette;
P, poids destinés à soulever la pipette
B, barbotteur témoin;
O, orifice de sortie de l'air après l'opération;
T, tube à ponce potassée dans sa gaine métallique;
cc'c''c''', tube métallique amenant l'air;
S, soufflet pour l'étirage des tubes.

d'eau; elle était mobile et soutenue par une corde s'enroulant sur une poulie. En la laissant retomber par son propre poids dans le réservoir, elle se remplissait d'eau; puis, mise en communication avec les appareils d'absorption et soulevée à l'aide de contrepoids, elle servait d'aspirateur, faisant ainsi passer l'air avec une régularité suffisamment grande dans le tube à ponce potassée. Arrivée au haut de sa course, elle était remplie d'un volume d'air constant dont la température et la pression étaient mesurées. On a fait passer dans chaque opération la capacité de deux gazomètres. Cette disposition facilitait le travail de l'opé-

rateur; la même eau servait indéfiniment, ce qui pouvait être un grand avantage dans certaines stations.

» Les chefs des missions et leurs assistants se sont, au préalable, exercés au maniement des appareils. Nous pouvons dire dès maintenant que les opérations ont marché d'une manière satisfaisante et que, si la rupture d'un certain nombre de tubes n'a pu être évitée, les documents rapportés sont cependant assez nombreux pour faire faire à la question un pas considérable.

» Les dosages ont été effectués au Conservatoire des Arts et Métiers, dans un local que M. le colonel Laussedat a bien voulu mettre à notre disposition.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau des pages 1796 et 1797.

» Il ressort de l'inspection de ce Tableau que les proportions d'acide carbonique contenu dans l'air de ces stations très éloignées ne diffèrent pas beaucoup de celles que l'on a trouvées dans notre climat; que les variations, sans être beaucoup plus grandes, sont influencées par l'état du ciel et la vitesse du vent, qui exagèrent ou atténuent les influences locales. Les quantités trouvées descendent quelquefois sensiblement au-dessous de celles observées en France et en Allemagne; mais les maxima ne s'élèvent pas au-dessus des nôtres. La moyenne générale est de 2,78. Elle est donc un peu inférieure à celle trouvée par M. Reiset dans le nord de la France (2,962), et à celle que nous avons trouvée nous-mêmes dans la plaine de Vincennes (2,84) et au sommet du Pic du Midi (2,86). Il paraîtrait donc que la grande moyenne doive être un peu inférieure à celle qui serait établie d'après les observations faites en Europe. La moyenne des prises de nuit (2,82) est plus élevée que la moyenne générale, et, dans toutes les stations, elle est supérieure à celle des prises de jour, comme on le voit dans le Tableau suivant :

	Moyennes	
	des prises de jour.	des prises de nuit.
Haïti	2,704	2,92
Floride	2,897	2,947
Martinique	2,735	2,850
Mexique	2,665	2,860
Santa-Cruz (Patagonie)	2,664	2,670
Chubut (Patagonie)	2,790	3,120
Chili	2,665	2,820

DATES.	HEURES.	ÉTAT DU CIEL.	DIRECTION ET VITESSE du vent.	TEMPÉRAT. de l'air.	ÉTAT hygrom.	HAUTEUR barom.	VOLUME d'air à 0° et 760mm.	VOLUME d'acide carbon. à 0° et 760mm.	ACIDE carbon. pour 10000 part. d'air (en vol.).
Hémisphère nord.									
Mission de Haïti, dirigée par M. Antoine d'Abbadie (station de Pétionville : altitude 355m, longitude 4h5, latitude 18°).									
	h m h m			°		mm	lit	cc.	
1er nov. 1882....	2.37 et 7.49 s.	nuageux, à 3h, tonnerre, à 4h43, pluie très forte.	N.-O. faible.	23,4	0,93	725,5	275,6	79,08	2,89
10 »	3.40 et 7.45 s.	nuageux,	calme.	24,0	0,70	728,6	273,0	85,98	3,14
1er déc. »	7.20 et 11.10 m.	serein, quelques cirrhus.	nul.	22,5	0,67	733,7	278,58	79,86	2,86
10 »	12. 5 et 3.15 s.	serein, nuages à l'horizon.	O. très faible.	27,0	0,65	729,6	272,14	72,29	2,66
20 »	7.30 et 11.30 s.	nuageux.	calme.	23,0	0,91	730,2	276,02	75,33	2,73
24 »	12.25 et 4. s.	serein.	E. faible.	24,0	0,60	728,5	273,76	74,73	2,72
1er janv. 1883....	7.20 et 11.25 m.	serein.	calme.	22,3	0,55	732,1	278,2	72,39	2,60
6 »	12.30 et 4.10 s.	serein.	calme.	28,6	0,54	731,0	271,9	73,04	2,68
							Moyenne....................		2,78
Mission de la Floride, dirigée par M. le colonel Perrier (station de Saint-Augustin, fort Marion : longitude 83°39′, latitude 29°54′7).									
10 nov. 1882....	2.00 et 5.00 s.	clair, complètement serein.	N.-E. faible.	19,0	0,73	767,5	295,84	87,92	2,97
14 »	8.45 et midi.	couvert, brouillard.	nulle, N.-E., faible.	19,0	0,67	764,0	294,46	84,82	2,87
20 »	6.00 et 9.30 s.	couvert, puis clair.	O. faible.	17,8	saturé	755,0	292,44	89,22	3,05
27 »	3.45 et 7.15 s.	couvert, pluie continue.	N.-O. presque nulle.	16,5	saturé	761,0	296,68	87,81	2,95
1er déc. »	2.30 et 6.00 s.	serein.	N.-E. très faible.	11,5	0,56	773,0	308,33	88,73	2,87
10 »	7.30 s. et minuit.	couvert, pluie à 10h.	S.-E. faible.	15,5	»	759,5	297,26	84,52	2,84
11 »	midi et 4.00 s.	serein.	N.-E. faible.	14,4	»	766,0	301,37	87,01	2,88
							Moyenne....................		2,92
Mission de la Martinique dirigée par M. Tisserand (station de Fort-de-France, fort Tartenson, longitude 4h14m40s, latitude 14°36′).									
10 oct. 1882.....	4.30 et 7.17 s.	nuageux (néb. 3-4).	E.-N.-E.	26,0	»	753,4	281,81	77,09	2,68
20-21 »	11.24 s. et 3.40 m.	serein.	N.-E. très faible.	23,5	0,84	748,7	279,54	86,34	3,08
10 nov. »	11.30 m. et 4.20 s.	nébulosité 3.	E.-N.-E., force 4.	28,3	0,70	748,2	278,64	75,77	2,71
20-21 »	2.30 m. et 6.30 m.	nébulosité 1.	E.-N.-E., force 4.	24,3	0,75	750,3	282,48	79,05	2,79
1er déc. »	5.30 et 9.10 m.	nébulosité 2.	E.-N.-E., force 4.	25,4	0,74	753,2	283,34	78,37	2,76
							Moyenne....................		2,80

DATES.	HEURES.	ÉTAT DU CIEL.	DIRECTION ET VITESSE du vent.	TEMPÉRAT. de l'air.	ÉTAT hygrom.	HAUTEUR barom.	VOLUME d'air à 0° et 760mm	VOLUME d'acide carbon. à 0° et 760mm.	ACIDE carbon. pour 10000 part. d'air. (en vol.).
Hémisphère nord (suite).									
Mission du Mexique, dirigée par M. Bouquet de la Grye (station de Puebla, fort Loreto, longitude 100°, latitude 19° 1').									
	h m m			o		mm	lit	cc	
26 nov. 1882.....	9.05m et 1.20 s.	nuageux.	E.-S.-E., 3 m.	16,5	0,73	589,3	230,90	65,00	2,81
27-28 »	3.30 s. et 6,30 m.	nuageux.	E., 2 m.	22,9	0,31	589,5	230,10	65,96	2,86
29 déc. »	9.22m et midi.	nuageux, pluie.	S.-E., 6 m.	10,2	0,95	589,0	230,86	58,31	2,52
					Moyenne......................				2,73
Hémisphère sud.									
Mission de Santa-Cruz (Patagonie), dirigée par M. Fleuriais (station de Santa-Cruz, longitude 4°43'28", latitude 49°59'45").									
5 oct. 1882....	9.00 m et midi.	couvert.	O.-N.-O. jolie brise.	14,2	0,51	741,8	297,03	77,10	2,59
10 »	1.30 et 4.30 s.	quelques nuages.	calme.	18,8	0,42	763,9	291,88	78,86	2,70
16 »	8.45 et 11.10 s.	pur.	O. 20 à 22 m.	17,2	0,32	748,1	301,89	78,53	2,60
20 »	8.15 et midi.	nuageux.	calme.	10,8	0,56	746,0	295,00	76,30	2,58
25 »	10.00 m et 1.15 s.	quelques légers nuages.	N.-O. grande brise, 27m.	15,0	0,24	741,6	292,82	75,85	2,58
30 »	7.45 et 11.00 m.	pur.	O. grande brise, 25-28m.	17,8	0,29	738,3	290,36	86,24	2,97
10 nov. »	8.50 et 11.45 m.	alternativ. pur et couv.	N.-O. J.-B. mollissent.	15,8	0,45	743,0	292,94	75,60	2,58
16 »	12.15 et 3.00 s.	nuageux s'éclaircis. vers 2h.	calme.	23,2	0,44	747,4	293,00	77,10	2,63
25 »	8.30 et 11.25 s.	temps couvert et à grains.	O. m., jolie brise, fortes raffales dans les grains.	13,4	0,35	745,4	298,40	78,20	2,62
1er déc. »	5.00 et 8.10 m.	nuageux.	calme.	18,0	0,49	758,3	297,40	83,80	2,81
					Moyenne......................				2,66
Mission de Chubut (Patagonie), dirigée par M. Hatt (station de Chubut, longitude 4h29'44", latitude 43°18'50".									
21 nov. 1882....	7.00 et 11.00 s.	nuageux.	N.-O. 2 m.	14,9	0,43 / 0,73	753,0	297,30	92,78	3,12
1er déc. »	9.00 et midi.	clair.	N.-N.-O. 6 m.	26,8	0,53	761,0	286,86	80,21	2,79
					Moyenne......................				2,95
Mission du Chili, dirigée par M. de Bernardières (station de Cerro-Negro, longitude 73° 1', latitude 33°16'.									
10 déc. 1882.....	1.30 et 6.50 s.	pas un nuage au ciel.	S.-S.-O. 10 m.	25,0	0,33	709,0	263,08	72,72	2,76
20 »	9.00 et 11.00 s.	temps brumeux.	S.-S.-E., faible brise.	10,65	0,68	712,0	276,56	78,04	2,82
27 »	3.30 et 7.15 s.	temps splendide.	S.-S.-O., 8 m.	21,0	0,58	713,0	267,40	69,51	2,59
28 »	8.00 et 11.00 m.	pas un nuage.	S.-S.-O., 7 m.	26,0	0,43	708,0	265,46	70,72	2,66
28 »	1.35 et 4.15 s.	très beau temps.	S.-S.-O., 10 m.	29,8	0,32	708,0	261,40	69,51	2,65
					Moyenne......................				2,69

» On peut donc regarder comme définitivement acquise, sous toutes les latitudes, l'augmentation du taux d'acide carbonique pendant la nuit. Le nombre des prises de nuit a été inférieur à celui des prises de jour, ce qui tend à abaisser légèrement la moyenne générale obtenue par l'ensemble des résultats.

» Si nous ne considérons que les résultats obtenus dans l'hémisphère nord, nous trouvons comme moyenne 2,82, chiffre extrêmement voisin de notre moyenne déterminée en France; mais, dans l'hémisphère sud, nous constatons une diminution appréciable, que nous ne croyons pas devoir être mise sur le compte des erreurs d'observation; nous n'y trouvons, en effet, que 2,71. Il serait prématuré de conclure de ces expériences que l'air de l'hémisphère sud est un peu moins riche en acide carbonique que celui de l'hémisphère nord. Si cependant ces observations étaient confirmées, ce fait trouverait son explication naturelle. La température de l'hémisphère sud est moins élevée que celle de l'hémisphère nord; les glaces du pôle antarctique s'étendent beaucoup plus loin et la température de l'eau de la mer se trouve être plus basse sur une énorme surface. Or on sait, d'après les travaux de M. Schlœsing, que l'équilibre de tension existe entre l'acide carbonique des eaux et celui de l'air, et que l'abaissement de la température influe considérablement sur la valeur qui exprime cette tension. Il n'y aurait donc pas lieu de s'étonner d'une diminution dans la proportion d'acide carbonique dans l'air circulant à la surface des nappes d'eau à basse température. Ce ne serait que la constatation sur une grande échelle d'une loi physique bien établie.

» Le mélange de grandes masses d'air et la diffusion des gaz ne peuvent s'opérer assez vite pour que ces variations, dues à des causes naturelles, échappent à l'analyse. Les procédés adoptés nous paraissent donner une sécurité complète et si des variations ont été observées, elles existent sûrement.

» Quant au problème soulevé par la comparaison entre les chiffres de l'hémisphère nord et ceux de l'hémisphère sud, il recevra sa solution dans un avenir très rapproché. M. le D[r] Hyades, attaché à la mission du cap Horn, exécute dans cette station, depuis près d'un an, des prises fréquentes qui se continueront pendant toute la durée de cette mission et qui se compléteront par celles qu'il sera possible de faire à bord de la *Romanche*, pendant le voyage de retour. Ces nombreuses déterminations, faites dans une station si rapprochée du pôle antarctique, fourniront des résultats d'un grand intérêt.

» Comme résultat général de ces expériences, on voit que les variations dans le taux de l'acide carbonique sont un peu plus grandes que les dernières expériences ne l'avaient fait penser et que la grande moyenne du taux d'acide carbonique dans l'air devra être légèrement abaissée.

» Nous attendons les résultats des expériences exécutées au cap Horn pour fixer cette moyenne d'après l'ensemble de toutes ces observations.

» En terminant cette Note, nous désirons remercier M. Dumas, qui a inspiré ces recherches, et les savants éminents qui nous ont prêté leur concours. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Dosage volumétrique du sulfure de carbone dans les sulfocarbonates.* Note de M. E. FALIÈRES. (Extrait.)

« Dans une éprouvette pleine du sulfocarbonate à essayer, on introduit un densimètre pour liquides plus lourds que l'eau. Quand l'instrument s'est mis en équilibre, on note la densité observée, et en regard le volume de sulfocarbonate qu'il faut mesurer pour en obtenir exactement 10^{gr}. Cette dernière donnée est fournie par la Table I.

» Au moyen d'une éprouvette ou d'un tube gradués, on mesure 50^{cc} de sulfocarbonate et 50^{cc} d'eau distillée. On obtient ainsi une solution contenant la moitié de son volume de sulfocarbonate, et qui peut servir à plusieurs essais successifs. Elle ne subit aucune altération pendant plusieurs jours : j'en conserve depuis plus d'un mois exactement au même titre en sulfure de carbone.

» Alors, dans un tube de 50^{cc} divisé par dixièmes de centimètre cube (1), on introduit 9^{cc} à 10^{cc} de benzine rectifiée du commerce, qui est le plus ordinairement un mélange de benzine et de pétrole, et un volume de solution de sulfocarbonate double, de celui qui est indiqué par la Table de densité I. On lave avec soin à deux reprises, avec 1^{cc} d'eau chaque fois, le tube ayant servi à mesurer le sulfocarbonate, et l'on verse les eaux de lavage dans le tube analyseur de 50^{cc}. On a ainsi, et exactement, 10^{gr} de sulfocarbonate en expérience.

» On abandonne le tube au repos pendant quelques minutes et dans une position perpendiculaire. Quand le niveau des deux liquides, benzine et

(1) Il faut faire choix d'un tube qui mesure 10^{cc} environ au-dessus de la graduation, par conséquent de contenance totale de 60^{cc}.

sulfocarbonate, reste constant, on note à $\frac{1}{2}$ dixième de centimètre cube près la hauteur de la colonne de benzine.

» On plonge le tube analyseur dans une éprouvette longue et étroite et pleine d'eau froide. On ajoute par petites affusions 20^{cc} de solution de bisulfite de soude à 35°B. (D = 1320). Cette solution contient 40^{vol} à 45^{vol} de gaz sulfureux. Il faut prendre la précaution de verser circulairement le bisulfite le long des parois du tube analyseur. Le bisulfite traverse la couche de benzine; comme il est plus lourd que le sulfocarbonate dilué, il se mélange méthodiquement avec lui : il faut se garder d'agiter. Du soufre se précipite sous la forme de flocons caillebottés, la liqueur se décolore, et, au bout d'une demi-heure ou de trois quarts d'heure, elle est devenue presque complètement transparente. Pour plus de sûreté, il convient d'attendre une heure.

» Dans la plupart des échantillons, quelques bulles seulement de gaz se dégagent : certains types de fabrication donnent lieu à un dégagement passablement tumultueux d'acide carbonique. Dans l'un comme dans l'autre cas, il est facile de constater que le volume initial de la benzine ne change pas. Tout le sulfure de carbone mis en liberté se précipite avec le soufre au fond du tube. Il n'y a pas de perte par volatilisation ou entraînement.

» Au bout d'une heure, la dissociation du sulfocarbonate est complète. A ce moment, on ajoute 8^{cc} à 10^{cc} d'ammoniaque liquide, on applique un bon bouchon d'analyse en liège, et l'on agite fortement, horizontalement et verticalement, de manière à diviser la benzine et à la mettre en contact avec toutes les particules de soufre. On renouvelle cette agitation un assez grand nombre de fois pendant plusieurs heures pour détruire un certain état gélatineux du mélange et pour favoriser la dissolution du soufre dans les sulfites alcalins.

» Une certaine quantité de soufre, coloré le plus souvent par des traces de sulfure de fer, refuse de se dissoudre et vient par le repos se placer dans la ligne séparative de la benzine et de la solution saline. Au moyen d'un petit artifice de lecture, cette impureté cesse d'être gênante.

» Il suffit de retourner le tube doucement à plusieurs reprises sur lui-même. La benzine chargée de sulfure de carbone, complètement incolore et transparente, se rassemble rapidement à la surface du liquide aqueux, pendant que le soufre et le sulfure de fer restent divisés dans la masse de la solution saline. On détermine la hauteur de la colonne de benzine, juste au moment où une ligne noirâtre très fine se montre au point de séparation des deux liquides. En répétant cette manœuvre deux ou trois fois de

suite, on arrive à apprécier à $\frac{5}{100}$ de centimètre cube près la hauteur de la colonne de benzine.

» On note l'augmentation du volume de la benzine. La Table II fournit, immédiatement en regard du nombre trouvé, la teneur pour 100 en sulfure de carbone du sulfocarbonate essayé.

TABLE I. — *Volume de sulfocarbonate à mesurer pour obtenir exactement* 10gr.

Densité.	Volume correspondant.	Densité.	Volume correspondant.
	cc		cc
1200	8,3 fort	1400	7,1 fort
1210	8,3 faible	1410	7,1 faible
1220	8,2 fort	1420	7,0 fort
1230	8,1 fort	1430	7,0 faible
1240	8,1 faible	1440	6,9 fort
1250	8,0 fort	1450	6,9 faible
1260	8,0 faible	1460	6,8 fort
1270	7,9	1470	6,8
1280	7,8 fort	1480	6,7 fort
1290	7,8 faible	1490	6,7
1300	7,7	1500	6,6 fort
1310	7,7 faible	1510	6,6
1320	7,6 faible	1520	6,6 faible
1330	7,5 fort	1530	6,5 fort
1340	7,5 faible	1540	6,5
1350	7,4	1550	6,5 faible
1360	7,3 fort	1560	6,4 fort
1370	7,3	1570	6,4 faible
1380	7,2 fort	1580	6,3 fort
1390	7,2	1590	6,3

TABLE II

» 10gr de sulfocarbonate fournissent :

Augmentation du volume de la benzine.	Sulfure de carbone correspondant pour 100.
cc	
0,05	0,63
0,1	1,27
0,2	2,54
0,3	3,81
0,4	5,08
0,5	6,35
0,6	7,62

Augmentation du volume de la benzine.	Sulfure de carbone correspondant pour 100.
cc	
0,7	8,89
0,8	10,16
0,9	11,43
1,0	12,70
1,1	13,97
1,2	15,24
1,3	16,51
1,4	17,78
1,5	19,05
1,6	20,32
1,7	21,59
1,8	22,86
1,9	24,13
2,0	25,40

» Les valeurs intermédiaires entre les quantités prévues par $\frac{10}{100}$ de centimètre cube sur le Tableau s'obtiennent en ajoutant 0,63. Ainsi une augmentation au volume de la benzine de $1^{cc},25$ correspond à

	Pour 100 de sulfure de carbone.
1,20	15,24
0,05	0,63
	15,87

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les émétiques de l'acide mucique.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Wurtz.

« L'acide mucique appartient, comme l'acide tartrique, à la catégorie des acides à fonction mixte : c'est un acide-alcool; aussi, comme l'acide tartrique, forme-t-il de véritables émétiques.

» Nous avons obtenu un certain nombre d'émétiques de l'acide mucique : nous citerons notamment le mucate borico-potassique et le mucate borico-sodique, masses amorphes, très solubles, entièrement semblables au tartrate boricopotassique; un mucate ammoniaco-antimonium, en fines aiguilles feutrées, un mucate ammoniaco-antimonique et les combinaisons potassiques et sodiques correspondantes.

» La constitution de ces sels paraît être la même que celle des tartrates correspondants; nous les décrirons complètement dans une prochaine Communication, la présente Note n'ayant pour but que de prendre date. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la respiration chez les Chéloniens.* Note de M. L. Charbonnel-Salle, présentée par M. Milne Edwards.

« On sait, par les expériences de Weir, Mitchell et Morchouse, de Panizza et surtout de M. Paul Bert, que les Chéloniens, considérés autrefois comme respirant par déglutition, introduisent l'air dans leurs poumons par dilatation active de leur cavité viscérale. Les physiologistes ont indiqué comme agents spéciaux de l'inspiration et de l'expiration des muscles désignés sous les noms de *muscles obliques de l'abdomen, transverse* et *diaphragme;* mais, dans bien des cas, surtout chez les espèces terrestres, ces muscles sont très faiblement développés et manifestement insuffisants pour la production des effets énergiques que l'on peut directement constater et mesurer.

» Nos recherches, faites par la méthode graphique, nous ont permis de vérifier la théorie de M. Sabatier, suivant laquelle les ceintures pelvienne et thoracique interviennent pour une large part dans le travail mécanique de la respiration. De grandes différences existent d'ailleurs, sous ce rapport, entre les Tortues terrestres et les Tortues aquatiques.

» Voici les résultats de nos expériences, brièvement résumés :

» 1° Il y a chez les Chéloniens deux sortes d'agents moteurs affectés au service de la respiration : d'une part, les muscles respiratoires proprement dits (diaphragme, transverse et oblique de l'abdomen); d'autre part, les muscles moteurs des ceintures thoracique et pelvienne.

» 2° Ces deux ordres de puissances motrices ont, dans l'ensemble des phénomènes, des parts fort inégales, suivant que l'on considère une Tortue terrestre ou une Tortue aquatique. Dans la première, les muscles propres de la respiration sont rudimentaires, et les ceintures jouent le plus grand rôle. Chez la seconde, les muscles respiratoires, bien développés, ont une importance au moins égale à celle des ceintures.

» 3° La ceinture pelvienne se déplace par un mouvement de bascule dans le sens antéro-postérieur, autour de ses articulations vertébrales; la ceinture thoracique, fixée au plastron aussi bien qu'au rachis, effectue dans chacune de ses deux moitiés une rotation transversale.

» 4° Des deux ceintures, c'est la thoracique qui, par ses mouvements,

exerce la plus grande influence sur le renouvellement de l'air dans les poumons ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur les cellules du follicule de l'œuf et sur la nature de la sexualité.* Note de M. A. SABATIER, présentée par M. Milne Edwards.

« Depuis la publication de ma Note sur l'œuf des Ascidiens, ont paru dans les *Comptes rendus* deux Notes, l'une de M. H. Fol et l'autre de M. Roule, sur l'origine des cellules du follicule. Ces deux Notes soulèvent des questions dont je me suis sérieusement occupé et sur lesquelles je désire m'expliquer.

» D'après M. H. Fol, les cellules folliculaires sont le résultat d'un bourgeonnement local de l'enveloppe nucléaire et du nucléus; et le nucléole, qui se trouve *généralement* dans le voisinage de ce diverticule, *semble* céder un petit fragment de sa substance. Je dois convenir que l'examen le plus attentif, avec des objectifs de Zeiss et avec le concentrateur d'Abbe, m'a toujours fait constater une surface de séparation très nette entre le prétendu bourgeon et le nucléus. J'ai bien rencontré des apparences de pédoncule, mais seulement dans un petit nombre de cas, et j'ai remarqué, chez le *Ciona intestinalis* notamment, qu'il fallait en accuser l'action des réactifs. Je n'ai jamais rien remarqué de semblable sur les œufs frais observés dans le sang de l'animal. Le noyau y est toujours parfaitement sphérique, et les corpuscules folliculaires apparaissent au voisinage du noyau sous forme d'un nuage de substance à fines granulations, d'abord un peu diffuse et se circonscrivant ensuite. C'est peut-être à cet état originel mal délimité qu'il faut attribuer l'interprétation de M. Fol; mais, dans ces cas, l'action coagulante des acides faibles et des colorants permet de saisir clairement le défaut de continuité du nucléus et du corpuscule. Quant à la participation du nucléole, à laquelle M. Roule surtout fait jouer un rôle important, mon attention avait été spécialement attirée sur ce point par la fréquence même de la situation excentrique du nucléole; mais j'ai renoncé à la pensée de toute relation génésique entre le nucléole et les corpuscules, en observant que bien souvent le nucléole est éloigné du point de formation du corpuscule et qu'il occupe parfois le côté opposé du nucléus. M. Fol est d'ailleurs moins affirmatif que M. Roule sur ce point, puisqu'il dit que le nucléole se trouve *généralement* dans le voisinage immédiat du bourgeon

([1]) Travail fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

nucléaire, et qu'il *semble* céder un fragment de sa substance. En outre, il y a entre MM. Fol et Roule un désaccord fait pour confirmer mes doutes sur la réalité de ce processus. M. Roule ne fait, en effet, jouer au nucléus principal aucun rôle dans la formation des corpuscules, et parle seulement de la pénétration dans le vitellus de petits nucléoles adventifs, placés près de la limite externe du nucléus.

» Je persiste donc à penser, ainsi que je l'ai avancé dans un Mémoire publié dans la *Revue des Sciences naturelles* de Montpellier (mars 1883), que les cellules folliculaires naissent par voie endogène dans le sein du vitellus, au voisinage et parfois même à une certaine distance de celui-ci.

» Comme M. Fol, j'ai observé des phénomènes semblables chez des Vertébrés inférieurs et supérieurs : chez les Poissons, les Amphibiens, chez le Chien, le Chat, le Veau et chez la Femme; j'ai constaté cette élimination du sein du vitellus de corpuscules destinés à devenir les cellules du follicule de Graaf. Mais la priorité de cette observation me paraît appartenir à M. Cadiat (*Traité d'Anat. générale*, 1881). Seulement M. Cadiat pense que ces noyaux se forment sous la paroi propre de la cellule, tandis que c'est plutôt dans les parties centrales. J'ai reconnu également dans ces corpuscules les corps décrits par M. Balbiani sous le nom de *vésicule embryogène*. Quant à Nussbaum, qui en voit à tort l'origine dans une division mûriforme du nucléus (*maulbeerförmiger Kerntheilung*), il est juste de dire qu'il a reconnu leur marche centrifuge pour aller constituer les cellules folliculaires.

» Je tiens à dire que ces faits d'élimination d'éléments cellulaires produits par génération endogène m'ont beaucoup frappé par leur généralité, dans l'étude comparée, que je poursuis depuis quelques années, de la spermatogénèse et de l'ovogénèse. Ces faits m'ont conduit à des vues théoriques sur la nature et l'origine de la sexualité des éléments reproducteurs. Ces éléments me paraissent posséder d'abord deux principes de polarités opposées, l'un centripète (cellule ovulaire, blastophore), localisé dans le noyau et une portion du protoplasme; l'autre centrifuge, localisé dans cette autre portion du protoplasme aux dépens de laquelle se forment les éléments centrifuges (cellules du follicule, globules polaires, couches périvitellines, *zona radiata*, spermatoblastes, etc.). Toute cellule dans laquelle les deux polarités sont dans un état réciproque d'équilibre est dans un état de *neutralité sexuelle* plus ou moins grande et est susceptible de parthénogénèse; mais, si une modification biologique fait disparaître un des

deux éléments, l'équilibre est rompu : une des deux polarités devient prédominante, et la cellule acquiert par cela même une *sexualité* déterminée. L'élimination de l'élément centrifuge donne naissance à l'élément mâle, l'élimination de l'élément centripète produit l'élément femelle. Il peut y avoir plusieurs degrés dans la sexualité, et la sexualité complète peut n'être acquise que progressivement par des éliminations successives. Telles sont les vues déjà formulées très succinctement par moi dans la *Revue des Sciences naturelles* de Montpellier (décembre 1882), et que mes nouvelles observations n'ont fait que compléter. Je me réserve d'ailleurs de les développer dans un Mémoire étendu qui est en préparation. »

HISTOLOGIE. — *Nouvelle méthode de décoloration du pigment de l'œil des Arthropodes.* Note de M. **C.-E. della Torre**, présentée par M. Milne Edwards.

« De toutes les méthodes indiquées jusqu'ici pour décolorer le pigment des yeux, aucune ne m'a donné des résultats satisfaisants. Toujours les pièces, étant mises en contact avec un acide plus ou moins puissant, s'altèrent avec une extrême facilité et ne peuvent plus servir pour faire de bonnes coupes.

» J'ai pensé qu'il serait possible d'obvier à cet inconvénient en faisant agir du chlore sur la pièce préalablement fixée.

» J'ai employé ce moyen non seulement sur des Crustacés, mais sur d'autres Arthropodes, et j'ai toujours obtenu des résultats satisfaisants.

» La même méthode peut servir pour décolorer les pièces trop fortement teintées par l'acide osmique.

» Je n'ai pas essayé la décoloration des œufs colorés en noir (œufs de Grenouille, par exemple), mais probablement on obtiendrait ainsi de bons résultats. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les mouvements du sol dans l'archipel de Chiloë.* Note de M. **Ph. Germain**.

« Il y a cinquante ans, les Anglais envoyèrent dans les mers de l'Amérique du Sud un navire, avec mission à celui qui le commandait de relever le profil des côtes de la Patagonie, du Chili, etc., et ils lui adjoignirent un naturaliste.

» Le navire s'appelait le *Beagle,* le commandant Fitz-Roy, et le naturaliste Darwin.

» Ce dernier, lorsque l'expédition arriva dans cette mer si calme qui sépare l'île de Chiloë de la terre ferme, remarqua naturellement les fréquents dépôts de coquilles marines qui blanchissent le sommet des falaises, et, ayant constaté que toutes étaient des espèces vivant au-dessous, il en conclut à un exhaussement récent de la côte.

» Cette explication paraissait d'autant plus logique que les commotions volcaniques, si fréquentes dans ces contrées, semblaient venir à l'appui; mais Darwin s'est trompé en attribuant la présence de ces dépôts à 2000 milles de côtes (*Voyage d'un naturaliste autour du monde,* p. 314). Pendant douze ans j'ai parcouru le Chili dans tous les sens et exploré minutieusement son littoral; or je n'ai pu voir de *coquillages récents soulevés,* ou soi-disant tels, que sur les côtes des provinces de Chiloë et de Valdivia et sur celles de l'Araucanie, c'est-à-dire sur 3° à 4° de latitude, et encore ces dépôts deviennent-ils d'autant plus rares que l'on s'éloigne de la première de ces stations.

» Pendant les années 1858-59, je fus envoyé par le gouvernement chilien pour étudier l'histoire naturelle de ces régions et recueillir des échantillons de toutes sortes pour le Muséum de Santiago. J'y restai huit mois, que je passai en grande partie à bord du brick de guerre *el Meteoro,* commandé par don Nicolas Saavedra, et je pus bien vite me convaincre que la présence de ces amas de coquilles n'était nullement due à un soulèvement des côtes, mais tout simplement à la coutume des indigènes de faire ce qu'ils appellent des *curantu.*

» Voici en quoi cela consiste : dans les fortes marées basses, hommes, femmes et enfants s'en vont recueillir à pleins paniers les succulents coquillages dont ces côtes abondent, et notamment ces magnifiques espèces de moules qu'ils nomment *chorros, cholgas,* etc.

» Quand la récolte est faite, on porte le tout en haut de la falaise, on creuse en terre un trou rond de 2^m à 3^m de diamètre et de $0^m,50$ de profondeur au milieu, on le pave grossièrement et l'on y amasse une quantité de bois à laquelle on met le feu. Lorsque tout est brûlé, on balaye la braise : les pierres sont rouges. Alors on y entasse toute la récolte de coquillages que l'on recouvre de feuilles de *Pangue* (*Gunnera scabra*), dont la largeur est parfois de 2^m, puis de plaques de gazon et finalement de terre. La vapeur qui se dégage étant concentrée, en peu de temps tout est cuit; chacun arrache l'animal des coquilles et en forme des chapelets que l'on fait sécher pour la mauvaise saison.

» Il y a plus. Non seulement je pus me convaincre que les côtes de cette région ne s'étaient pas élevées; mais j'eus au contraire l'occasion de constater qu'elles s'étaient abaissées, au moins partiellement.

» Lorsque le *Meteoro* parvint à l'archipel des Chonos, le commandant Saavedra fit jeter l'ancre à Port-Low. Là, un fait bien extraordinaire me frappa dès mon arrivée : plusieurs des petits îlots qui nous environnaient étaient entourés d'une ceinture d'arbres morts que la marée basse baignait encore de 3^m ou 4^m, et qui, suivant la déclivité du terrain, occupaient une largeur de 50^m à 150^m.

» Ces arbres, comme ceux qui, du reste, végétaient encore à terre, étaient des Lumas (*Eugenia Luma*) et n'avaient évidemment pas vécu dans l'eau de mer. Or, comme là les marées sont de 7^m à 8^m, ces îlots s'étaient donc abaissés de 10^m à 12^m *au minimum*.

» Grand fut mon étonnement lorsque plus tard je lus dans l'Ouvrage précité (p. 306) cette remarque de Darwin : que dans les îlots voisins du Port-Low les bois s'avançaient jusque dans la mer.

» S'il est un fait indiscutable, c'est que les *Myrtacées* ne poussent pas dans l'eau salée, ou alors comment expliquer que tous les arbres de cette famille que j'y vis étaient morts. Dans quel état étaient-ils donc ces arbres lorsque Darwin les vit?

» Moi, je les ai tous vus noircis par les ans et rongés par les eaux, et, comme la Luma est un bois très dur et très compact, je fus d'abord tenté de donner plusieurs siècles au cataclysme qui les avait submergés. Dans tous les cas on ne peut attribuer cet affaissement aux tremblements de terre qui ont bouleversé la côte chilienne en 1835, et notamment noyé la ville de Talcahuano; car ils n'eurent lieu que le 20 février, et Darwin avait déjà vu le 1er janvier ces bois *s'avançant dans la mer*. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant à l'Académie une Lettre de M. *Le Goarant de Tromelin*, en réponse à une Communication récente de M. Fleuriais relative au loch électrique, fait remarquer que le loch électrique de M. Fleuriais est bien *électrique*, quoiqu'il ne considère le rôle de l'électricité que comme très accessoire dans cet instrument. C'est d'ailleurs ainsi qu'ont été désignés tous les lochs qui mettent à contribution l'électricité pour transmettre à bord du navire le nombre de tours accomplis par le moulinet anémométrique. C'est M. Bain qui a construit le premier loch de ce genre, et depuis lui on en a combiné beaucoup d'autres qui ont mis à contribution soit le moulinet de Woltmann, soit l'hélice, etc. La difficulté du problème était de produire des fermetures de courant sur

le loch immergé qui n'entraînassent pas de complications trop grandes dans la construction de l'appareil, et c'est ce problème qu'a résolu M. Le Goarant de Tromelin, en évitant les commutateurs à boîtes étanches jusque-là employés. Or, c'est par un moyen semblable que M. Fleuriais a effectué le comptage des tours du moulinet de son loch, et c'est sur ce point qu'a porté la réclamation de priorité de M. Le Goarant de Tromelin. Elle ne pouvait évidemment pas s'appliquer à la substitution du moulinet à tasses de Robinson au moulinet à ailettes de Woltmann, qui avait été jusque-là le plus employé, car cette substitution a été faite souvent, et particulièrement dans tous les anémomètres météorologiques.

M. **A. Barthélemy** adresse une Note « Sur la végétation et la physiologie du Negundo à feuilles blanches ».

M. **L. Godefroy** adresse une Note « Sur un régulateur de vide pour distillations fractionnées ».

M. **Certes** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un pli cacheté, dont le dépôt a été accepté dans la séance du 19 décembre 1881 et qui a été inscrit sous le n° 3542.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 juin 1883.

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1883. Paris, Berger-Levrault, 1883; in-8°.

Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques; par le marquis Anatole de Caligny. Paris, J. Baudry, 1883; 2 vol. in-8°.

Examen de la flore fossile des couches de charbon du Tong-King. Paris, Dunod, 1882; in-8°. (Extrait des *Annales des Mines*.) (Présenté par M. Daubrée.)

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux arts industriels; par J. Post, traduit de l'allemand par L. Gautier et P. Kienlen; fasc. II, p. 161 à 320. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Flore forestière de la Cochinchine; par L. Pierre. 5e fasc. Paris, O. Doin, 1883; in-f°. (Présenté par M. Trécul.)

Etude géologique sur Villequier; par G. Lennier. Le Havre, Imp. Santallier, 1883; br. in-8°.

Industrial education in the United States. A special report prepared by the U.-S. Bureau of education. Washington, Government printing office, 1883; in-8°.

Rainfall Tables of the British isles for 1866-1880. London, J.-D. Potter, 1883; in-8°.

Solemnidade academica em honra do professor Costa Simões. Liber memorialis publicado por E. Abreu. Coimbra, Imp. da Universidade, 1883; in-4°. (Présenté par M. Marey.)

Sul trias della regione occidentale della Sicilia. Memoria del socio G.-G. Gemmellaro. Roma, Salviucci, 1882; in-4°. (*Reale Accademia dei Lincei.*)

Sopra alcune faune giuresi e liasiche della Sicilia. Studi paleontologici di G.-G. Gemmellaro. Palermo, tipogr. Lao, 1872-1882; 1 vol. in-4° avec atlas.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. VII, serie V, disp. X; t. VIII, serie V, disp. I-X; t. I, serie VI, disp. I. Venezia, 1880-1883; 14 liv. in-8°.

Memorie del. R. Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XXI, Part. 3. Venezia, G. Antonelli, 1883; in-4°.

Ouvrages adressés aux concours dont le terme était fixé au 1er juin.

Recherches expérimentales sur la glycosurie considérée dans ses rapports avec le système nerveux; par M. Marc-Laffont. Paris, G. Baillière, 1880; in-8°. (Concours Montyon, Physiologie.)

Recherches sur l'innervation des vaisseaux sanguins; par MM. A. Dastre et J.-P. Morat. Sans lieu ni date; in-8°. (Concours Lacaze, Physiologie.)

Etude clinique et expérimentale sur la transformation ammoniacale des urines, spécialement dans les maladies des voies urinaires (ammoniurie); par le Dr E.-P. Guiard. Paris, A. Coccoz, 1883; in-8°. (Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Hygiene publica. Molestias venereas, modo de impedir a propagação. Conselhos praticos para o povo; pelo Dr E. Ossian Bonnet; Ira Parte. Rio-de-Janeiro, Typogr. nacional, 1883; in-8°. (Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Des origines de la métallothérapie. Part qui doit être faite au magnétisme animal dans sa découverte. Le Burquisme et le Perkinisme. Nysten et la métallothérapie; par le Dr V. Burq. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1883; in-8°. (Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Guide pour l'achat et l'emploi des engrais chimiques. — De la culture de la betterave et des engrais chimiques. — Sur le dosage de l'acide phosphorique assimilable. — Etude sur la culture du blé. — Etude sur les prairies. — Méthode citro-uranique pour le dosage de l'acide phosphorique dans les phosphates et les engrais; par M. H. Joulie. Paris, 1876-1882. (Concours Morogues.)

Rapport général à M. le Ministre de l'Intérieur sur le service des aliénés en 1874, par les inspecteurs généraux du service. — Rapports de MM. les Docteurs Lunier et Foville sur l'hospice des enfants assistés de Paris. — De la production et de la consommation des boissons alcooliques en France. — De l'influence des grandes commotions politiques et sociales sur le développement des maladies mentales. — De l'augmentation progressive du chiffre des aliénés et de ses causes. — Recherches statistiques sur les aliénés du département des Deux-Sèvres. — Des épileptiques, des moyens de traitement et d'assistance qui leur sont nécessaires; par M. le Dr Lunier. Paris et Niort; 1853-1882. (Concours Montyon, Statistique.)

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juin 1883.

OEuvres posthumes de Marie Rouhault, publiés par les soins de M. P. Lebesconte. Rennes et Paris, typogr. Oberthur, 1883; in-4°.

Phénomènes nerveux, intellectuels et moraux, leur transmission par contagion; par J. Rambosson. Paris, F. Didot, 1883; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité élémentaire d'hygiène militaire; par S. Rossignol (de Gaillac); 2e édition. Paris, Baudoin et Cie, 1883; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Considérations pratiques sur la fièvre typhoïde chez les enfants; par le Dr N. Droixhe. Bruxelles, Imp. Lombaerts, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Henri de Parville. *L'électricité et ses applications;* 2e édition. Paris, G. Masson, 1883; 1 vol. in-12 relié.

Sur diverses questions d'Arithmétique; par E. CESARO. Premier Mémoire. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

A propos d'un cas d'obstétrique communiqué à la Société médicale des hôpitaux; par M. RENDU. Paris, Imp. Goupy et Jourdan, 1883; br. in-8°.

Introduction aux principes mathématiques des lois générales du monde physique; par A. PICART. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

Cours de Minéralogie; par A. DE LAPPARENT; fascicule I, p. 1 à 224. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Les nouvelles expériences de Pouilly-le-Fort. L'immunité conférée par la vaccination, pratiquée avec le virus charbonneux atténué de M. Pasteur, est-elle transmissible de la mère au fœtus. Rapport par M. H. ROSSIGNOL (de Melun). Angers, Imp. Lachèse et Dolbeau, 1883; br. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes; volume III de la 6e série; 1882, 2e semestre. Nantes, Imp. Mellinet, 1883; in-8°.

Société de Médecine légale de France fondée le 10 *février* 1868; *Bulletin*, t. VII, fasc. 2. Paris, J.-B. Baillière, 1881-1882; in-8°.

Note sur la résolution, au moyen de tableaux graphiques, de certains problèmes de cosmographie et de trigonométrie sphérique. — Note sur la résolution, au moyen de tableaux graphiques, de certains problèmes de cosmographie; par M. ED. COLLIGNON. Paris, Gauthier-Villars; 2 br. in-8°. (Extrait des *Nouvelles Annales de Mathématiques.*)

ERRATA.

(Séance du 4 juin 1883.)

Page 1617, ligne au bas de la page, *au lieu de :* n'a pas encore été publiée, *lisez :* a été établie par M. Collignon en application des principes exposés dans ses notes.

(Séance du 11 juin 1883.)

Page 1722, ligne 16, vers la fin de la ligne, *au lieu de* $2(2a_1k+9)$, *lisez :* $2,(2a_1k+9)$.

Même page, ligne 17, vers la fin de la ligne, *au lieu de* 21, 1, $2(\lambda-1)$,... *lisez :* 2, 1, 1, $2(\lambda-1)$,...

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUIN 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Méthodes nouvelles pour la détermination des ascensions droites et des déclinaisons absolues des étoiles* (suite). Note de M. **Lœwy**.

« Dans la précédente Communication de lundi dernier, j'ai comparé la valeur respective des deux nouveaux procédés pour la détermination des constantes fondamentales qui interviennent dans les recherches des ascensions droites et des déclinaisons absolues des étoiles, dont l'une n, pour les ascensions droites, est l'inclinaison de l'axe instrumental au-dessus de l'équateur, et l'autre λ, la collimation polaire, c'est-à-dire la lecture au cercle lorsque la lunette est dirigée vers le pôle.

» J'ai montré que les deux méthodes permettent d'atteindre la même exactitude, lorsqu'il s'agit d'une série d'observations isolées, abstraction faite du plan général du travail poursuivi, en effectuant cette série d'observations ; mais la plupart des travaux entrepris dans les Observatoires étant de longue haleine, les calculs ne sont entrepris qu'au bout d'un certain laps de temps, et il n'est pas nécessaire de déduire immédiatement les éléments individuels de la réduction. En se plaçant ainsi dans la réalité, il sera facile de constater que le second procédé permet d'obtenir, dans

la détermination des inconnues, une exactitude qu'aucune méthode exis tante ne permet d'atteindre.

» Supposons, pour fixer les idées, que l'on choisisse, dans la liste publiée des quarante-sept couples de polaires, douze de ces couples, naturellement les plus brillants et les plus convenables pour cette étude, et que l'on dispose dans une année de cent nuits favorables au travail astronomique, permettant d'effectuer deux cents déterminations de n; il sera alors facile, puisque ces vingt-quatre polaires passent au méridien durant deux périodes différentes, lors de la culmination supérieure et lors de la culmination inférieure, d'obtenir dans cette première année pour chaque étoile une vingtaine d'observations en déclinaison, par conséquent, en tout, de quatre à cinq cents observations de ces astres.

» Pour ces douze couples de polaires, on conclura ainsi la différence $p' - p''$ avec une telle précision, que l'erreur n'atteindra que quelques centièmes de seconde d'arc. Toutefois, on n'est pas obligé, dans cette première année, de retarder de douze mois la réduction. On aura certainement déjà recueilli, au bout de cinq ou six mois, un nombre de déterminations suffisant pour déduire avec exactitude $p' - p''$.

» Dans la deuxième année, il ne sera plus nécessaire de faire des mesures aussi répétées en distance polaire. On pourra profiter des travaux exécutés dans l'année précédente; mais, pour posséder toujours des valeurs indépendantes de n et de λ, il suffira d'effectuer deux cents nouvelles observations de ces polaires en déclinaison.

» On voit maintenant facilement l'économie du procédé : on fait reposer dans chaque année la détermination de n sur les valeurs de $p' - p''$ obtenues par l'ensemble des observations de l'année suivante et de l'année précédente, ou même, si l'on veut, des deux années qui précèdent. Les mouvements propres des astres dans un délai aussi rapproché sont négligeables et agissent, en tout état de chose, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

» L'astronome qui aura ainsi établi dans la première année une base de travail suffisante opérera dans l'avenir avec une très grande facilité. Comme il ne sera plus nécessaire de faire de nombreuses mesures de $p' - p''$, il n'éprouvera aucune gêne dans l'exécution de la recherche particulière qu'il poursuit. En agissant ainsi, l'erreur possible d'une détermination individuelle de n et de λ ne dépassera pas un centième de seconde de temps. Mais admettons maintenant qu'un certain nombre d'Observatoires choisissent les mêmes couples de polaires et publient successivement dans une

année les valeurs de $(p' - p'')$ qu'ils ont déduites de leurs observations. De l'ensemble de ces travaux, il sera facile alors de conclure $p' - p''$ avec le dernier degré de précision qu'il nous est possible d'atteindre aujourd'hui. Par suite, on aura dans une année autant de déterminations absolues de n et de λ que l'on voudra, et avec une exactitude presque rigoureuse.

» Ayant ainsi recueilli un grand nombre d'observations, et ne pouvant plus, à partir d'une certaine limite, gagner en précision, par la multiplicité des observations, on pourra, pendant un certain nombre d'années, se dispenser d'entreprendre de nouvelles mesures de $p' - p''$.

» En tenant compte des mouvements propres qui se manifestent, on construira des éphémérides fournissant pour chaque jour $p' - p''$. Il suffira alors de vérifier et de rectifier de temps en temps les différences $p' - p''$, au point de vue des mouvements propres, qui seuls peuvent faire naître de légères variations dans les valeurs numériques de ces quantités.

» En résumé, dans ce second procédé, aussi bien que dans le premier, la valeur absolue des inconnues n et λ s'obtient à l'aide de mesures différentielles : il suffit de déterminer une petite différence en déclinaison entre deux astres voisins; on peut donc considérer le problème comme complètement résolu : en effet, dans l'état actuel de la Science, il n'existe aucune mesure, aucune opération, offrant des garanties d'exactitude supérieure.

» Il est bien entendu, d'ailleurs, que je n'ai pas eu l'intention de fixer des règles absolues dans l'emploi des nouvelles méthodes que je viens d'exposer : chaque astronome peut se former le plan de travail qui lui semblera le plus rationnel et le plus approprié aux conditions dans lesquelles il est appelé à opérer. »

ASTRONOMIE. — *Études expérimentales relatives à l'observation photométrique des éclipses des satellites de Jupiter.* Note de MM. **A. Cornu** et **A. Obrecht.**

« La méthode décrite récemment par l'un de nous (p. 1609), étant une méthode purement physique, n'exige pas nécessairement l'observation réelle de l'éclipse d'un satellite de Jupiter pour être expérimentée; en effet, on réalise aisément un petit *astre artificiel* d'éclat variable représentant le phénomène d'immersion ou d'émersion dans ses traits essentiels au point de vue optique. On peut donc appliquer à cet astre, dont l'éclat varie suivant une loi connue *a priori*, la méthode photométrique proposée, enregistrer la loi de variation de l'éclat avec le temps et comparer la loi observée

à la loi imposée par le dispositif expérimental et se rendre compte ainsi de la précision des résultats.

» Voici un exemple d'observation d'*éclipse artificielle* qui servira à montrer toutes les ressources que présente la méthode proposée.

» L'astre artificiel était un petit disque lumineux d'environ $\frac{1}{50}$ de millimètre de diamètre; c'était l'image réelle d'un petit trou circulaire, éclairé par une lampe, produite au foyer d'un objectif de microscope et placée au double de la distance focale de la lunette avec laquelle on l'observait. La variation de l'éclat du petit disque s'obtenait en faisant avancer, par un mouvement d'horlogerie, un écran à bord rectiligne devant l'objectif de cette lunette. Le contour de l'objectif étant limité par un diaphragme percé d'une large ouverture circulaire, la quantité de lumière reçue était à chaque instant proportionnelle au segment circulaire formant la surface libre de l'objectif. L'éclat de l'image était donc, sauf certaines réserves ([1]), représenté par la formule

$$(1) \qquad e = \frac{e_1}{\pi}(\pi - \omega + \sin\omega\cos\omega),$$

en appelant e_1 l'éclat dû à l'ouverture entière et ω le demi-angle au centre sous-tendu par le bord de l'écran rectiligne. Le déplacement x de l'écran s'effectuait avec une vitesse uniforme v; par suite,

$$(2) \qquad x = v(t - t_0) = \mathrm{R}\cos\omega,$$

où t est l'époque correspondant à l'angle ω comptée à partir de l'époque t_0 du passage au centre de l'ouverture circulaire de rayon R. On a ainsi, exprimée en fonction d'une variable auxiliaire ω, la loi de variation de l'éclat avec le temps. Cette loi se rapproche beaucoup de celles que doivent offrir les satellites de Jupiter; elle en serait même la représentation exacte dans certaines circonstances particulières, si l'on pouvait supposer infiniment petit le diamètre des satellites, infiniment grand celui de Jupiter vu du centre des petits astres, négliger l'influence de l'atmosphère de la planète, etc.

» A côté de cette image on en produisait une autre toute semblable, amenée dans l'axe de la lunette par une réflexion à 45° ([2]) et produite par l'objectif du photomètre à ouverture variable en *œil de chat;* les deux images

([1]) Dans le cas où la surface libre de l'objectif devient très petite, l'image du disque tend à se déformer par diffraction, ce qui altère la loi des éclats intrinsèques.

([2]) En fait, c'était l'inverse : l'image de l'astre artificiel était réfléchie à 45° sur une lame de glace sans tain et l'image photométrique vue directement.

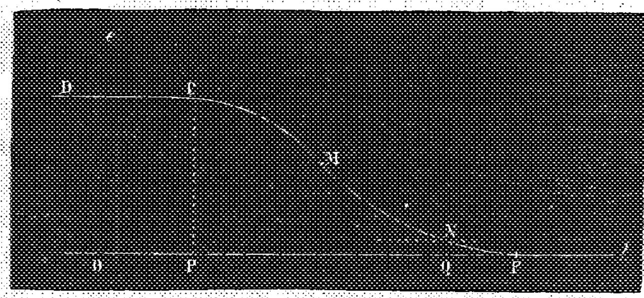
contiguës étaient observées avec un microscope à faible grossissement [1]. L'observateur manœuvrait la crémaillère du photomètre, de manière à rendre identique l'aspect des deux points lumineux à des époques très rapprochées; la grandeur de l'ouverture du photomètre s'inscrivait automatiquement sur un cylindre enfumé (à l'aide d'un appendice fixé à l'une des lames de l'œil de chat), en même temps que les battements de la seconde d'une horloge électrique : le signal de l'observateur pointant le mouvement où l'égalité était atteinte consistait à fermer brusquement l'œil de chat, manœuvre un peu longue, il est vrai, mais qui évitait l'adjonction d'un troisième tracelet au chronographe.

» Voici les données numériques relevées sur le tracé graphique représentant l'observation d'une *éclipse artificielle*; l'éclat e est mesuré par le carré de la diagonale de l'œil de chat, l'époque t correspondante est exprimée en secondes à partir d'une origine arbitraire.

Éclipse artificielle (observateur, M. Obrecht).

Nos d'ordre.	e.	t.	Nos d'ordre.	e.	t.	Nos d'ordre.	e.	t.
1...	39,7	0,0	9...	46,2	60,6	17...	18,5	122,6
2...	37,2	5,0	10...	38,4	67,4	18...	17,6	127,7
3...	36,0	12,2	11...	49,0	74,3	19...	13,7	136,4
4...	39,7	22,1	12...	49,0	83,0	20...	11,6	140,4
5...	37,2	31,4	13...	44,9	89,8	21...	9,0	145,3
6...	36,0	38,1	14...	37,2	96,9	22...	6,8	148,7
7...	49,0	44,1	15...	36,0	103,7	23...	4,0	152,6
8...	44,9	51,3	16...	33,6	112,7	24...	2,0	155,5

» La courbe graphique obtenue en prenant t et e comme abscisse et ordonnée offre naturellement des irrégularités assez grandes, causées par les incertitudes physiologiques, aggravées ici par la variabilité des deux lampes. Mais l'allure générale est bien celle que l'on connaît :



une parallèle DC à l'axe Ot, puis une courbe CMF avec inflexion en M.

(1) Indépendamment du réglage focal, on a toujours pris soin d'observer à la loupe l'anneau oculaire du microscope pour faire coïncider les centres des deux anneaux oculaires correspondant aux deux images.

» La valeur de l'intensité initiale e_1, obtenue par la moyenne des cinq pointés n°s 7-11, est égale à $45,50 = e_1$ (on pourrait y comprendre les six premiers, si l'on était plus certain de la constance de l'éclat des lampes). Le demi-éclat $\frac{1}{2}e_1$ correspond donc à 22,75 : on obtiendra l'époque de ce demi-éclat en calculant l'abscisse t_0 correspondant à cette valeur. On peut faire concourir les cinq pointés n°s 15-19 à cette détermination par un calcul très simple fondé sur ce fait géométrique que la courbe se réduit sensiblement à une droite dans une région très étendue au voisinage du point d'inflexion. Cherchons donc la droite

$$(3) \qquad e - e' = m(t - t'),$$

qui s'approche le plus de ces cinq points. On reconnaît aisément que cette droite doit passer par le point dont les coordonnées e', t' sont les moyennes des coordonnées des points choisis; donc l'on conclut

$$e' = 23,88, \quad t' = 120,62.$$

Posant $\varepsilon = e - e'$ et $\theta = t - t'$, la condition du minimum de la somme des carrés des erreurs $\Sigma(\varepsilon - m\theta)^2$ conduit à

$$(4) \qquad \Sigma\theta(\varepsilon - m\theta) = 0, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{\Sigma\theta\varepsilon}{\Sigma\theta^2}.$$

» Le calcul numérique donne $m = -0,7634$; substituant dans l'équation (3) $e = \frac{1}{2}e_1 = 22,75$, on en tire l'époque du demi-éclat $t_0 = 122^s,1$.

» Telle est la série des observations et des calculs physiques à effectuer, pour tirer parti d'une éclipse d'un satellite de Jupiter et déterminer l'époque du demi-éclat; on voit qu'elle se réduit à une extrême simplicité. Le reste est du domaine de la Mécanique céleste : il consiste à calculer avec précision la position de l'astre sur son orbite correspondant à l'époque du demi-éclat, position qui dépend des coordonnées relatives du Soleil, de Jupiter, du Satellite et de la Terre; on peut prévoir de grandes simplifications provenant des circonstances géométriques de l'observation, mais sur lesquelles nous ne saurions insister ici.

» Les données et les résultats numériques de l'observation offrent un certain nombre de vérifications approximatives qui permettent de se rendre compte jusqu'à un certain point de la valeur de la série. On peut citer en particulier la valeur de m, coefficient angulaire de la tangente au point d'inflexion qui doit rester sensiblement le même pour un même satellite dans une série d'éclipses consécutives. Ce coefficient est lié à la durée T du phénomène (lequel varie peu par suite de la faible excentricité des orbites) par une relation plus ou moins complexe qui, dans le cas de notre expé-

rience, se réduit à la forme très simple

$$(5) \qquad m = \frac{4e_1}{\pi T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{4e_1}{m\pi},$$

$\left(m \text{ est la valeur de } \frac{de}{dt} \text{ pour } \omega = 0\right)$.

» D'où il résulte que, inversement, si l'on a quelque moyen théorique ou pratique de déterminer T, même d'une manière seulement approximative, on peut en déduire *a priori* la valeur de m, ce qui simplifie encore le calcul de l'époque t_0 du demi-éclat; on peut alors utiliser individuellement toutes les observations voisines du demi-éclat pour calculer t_0.

» Ainsi admettons qu'on sache (comme nous le savions par la détermination préalable de la vitesse du mouvement d'horlogerie) que $T = 1^m,25$ environ, soit 75^s; on en conclut $m = -0,77243$ et les cinq pointés n°s 15-19 conduisent, à l'aide de la relation (3), aux valeurs de t_0

$120^s,9$, $126^s,5$, $117^s,1$, $121^s,0$, $124^s,7$, Moyenne : $122^s,1$,

dont les différences avec leur moyenne sont respectivement

$-1^s,2$, $4^s,7$, $-5^s,0$, $-1^s,1$, $+2,6$, Moyenne : $2^s,9$.

» Ces déterminations isolées de l'époque du demi-éclat ont un certain intérêt, car elles fournissent l'ordre de grandeur des incertitudes qu'apporte la méthode photométrique pour chaque pointé; or, comme les erreurs commises dans ce mode de mesure (et c'est ce qui fait l'avantage essentiel de la méthode) sont vraisemblablement des erreurs *purement fortuites*, leur influence sur le résultat final peut être atténuée par la répétition des pointés; on sait, en effet, d'après les règles du Calcul des probabilités, dont l'application est alors légitime, que l'erreur probable diminue en raison inverse de la racine carrée du nombre de ces pointés. On pourrait même, de nos résultats, déduire avec une sorte de vraisemblance l'erreur probable que présenterait l'observation astronomique réelle; malheureusement l'incertitude qui plane sur l'évaluation de divers éléments relatifs aux satellites (éclat absolu, diamètre réel) rendrait cette détermination un peu illusoire. Nous nous bornerons à remarquer :

» 1° Que, dans cette hypothèse d'erreurs fortuites, le résultat final de notre expérience aurait pour erreur probable $0,674 \frac{3^s,76}{\sqrt{5}} = 1^s,13$ ou environ $\frac{1}{67}$ de la durée totale T du phénomène;

» 2° Que les pointés, au lieu d'être espacés de 8^s, pourraient, avec un

enregistreur plus complet, être effectués en trois secondes, comme cela a eu lieu dans les derniers nombres de la série (où la perte de temps due à la manœuvre était minimum); le nombre des pointés aurait donc pu être triplé, ce qui aurait divisé l'erreur probable par $\sqrt{3}$ et l'aurait réduite à $\frac{1}{100}$ de la durée de l'éclipse.

» Le $\frac{1}{100}$ de la durée de l'immersion ou de l'émersion, tel est l'ordre de grandeur de l'approximation qu'il nous paraît juste d'attendre des observations de l'éclipse du premier satellite, laquelle se présente dans des conditions très voisines de celles de notre expérience. La méthode s'appliquera de même au second et peut-être aux autres satellites, car l'erreur proportionnelle causée par la durée progressivement croissante du phénomène avec l'ordre des satellites serait compensée en partie par la multiplication des pointés; il est facile de voir, en effet, que si l'incertitude croît, toutes choses égales d'ailleurs, comme la durée T du phénomène, le nombre des pointés utilisables peut croître aussi proportionnellement à T, de sorte que l'erreur probable ne grandira que comme $\sqrt{T}$. On est donc en droit d'espérer une grande amélioration pour l'observation des éclipses des satellites d'ordre supérieur au premier.

» En résumé, il est permis de penser, d'après cette étude, que la méthode proposée permettra de réduire à un très petit nombre de secondes l'erreur fortuite sur l'époque du demi-éclat, dans le cas du premier satellite, résultat bien désirable pour la détermination approchée des longitudes et bien éloigné de celui que fournissent les observations actuelles. On pourrait alors entreprendre l'élimination ou la correction des erreurs systématiques qui apparaîtraient alors d'elles-mêmes, tandis qu'actuellement elles sont perdues dans la grandeur des erreurs accidentelles.

» L'une des causes de ces erreurs systématiques est, comme on l'a vu précédemment (p. 1610), l'illumination du champ; il importe donc d'accompagner chaque observation d'éclipse d'une détermination en quelque sorte spécifique de l'éclat apparent du ciel rapporté à la planète Jupiter. L'appareil qui nous sert à cette mesure est le *photopolarimètre* décrit par l'un de nous [1] : il se compose d'un prisme biréfringent et d'un prisme de Nicol monté sur l'alidade d'un cercle divisé; on l'interpose entre le foyer de la lunette d'observation et la pièce oculaire. Un diaphragme focal percé d'une ouverture convenable permet d'isoler le disque de la planète et une portion du champ; le prisme biréfringent dédouble l'image de l'ouverture et

[1] *Compte rendu du Congrès de l'Association française à la Rochelle*, 1882.

forme quatre plages d'inégale intensité; en tournant le prisme de Nicol, on trouve quatre positions pour lesquelles il y a égalité entre l'éclat intrinsèque moyen du disque et celui du champ; la loi de Malus fournit aisément le rapport des éclats. Les observations faites au mois de mai dernier sur Jupiter et sur la Lune à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris ont montré que l'opération est facile et pratique.

» Ce photopolarimètre peut aussi servir à l'observation et même à l'enregistrement des éclipses, car, avec une des images d'un des satellites fixes, il réalise la formation d'un point lumineux dont on égalise l'éclat avec celui du satellite observé (¹).

» Nous espérons, dès que l'époque sera favorable, être en mesure d'effectuer toutes ces déterminations. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Etude sur les déformations produites par le forgeage (pannes à arêtes vives)*; par M. **Tresca**.

« L'opération la plus ordinaire du forgeage est celle qui consiste à produire, sur une barre de métal, un étranglement qui, par la réduction que subit ainsi la section transversale, oblige le solide à s'allonger. Cet étranglement est habituellement obtenu au moyen de deux pannes, symétriques et symétriquement placées sur une même verticale, au-dessus et au-dessous de la barre. La panne frappante peut être celle d'un marteau ou d'un mouton; la panne dormante est montée sur une enclume et l'expérience prouve que les deux entailles sont à peu près identiques à la suite de chaque choc.

» Dans l'examen qui va suivre, nous supposerons que les faces agissantes des pannes sont horizontales, planes et à arêtes vives.

» Les coups se succèdent régulièrement entre l'enclume et le marteau pendant que l'on fait subir à la barre une suite de déplacements longitudinaux et, dans une passe complète, cette barre se trouve allongée de la somme de tous les allongements partiels déterminés à chaque étranglement, qui, dans un forgeage régulier, doit être le même en chaque section. La barre est ensuite portée au feu et frappée de champ, et c'est par la répétition de cette

(¹) Nous avons appris récemment que les astronomes du Harvard College emploient un dispositif analogue, mais dont la description nous est inconnue, pour arriver à définir l'époque de l'éclat nul; si l'appareil est analogue, la méthode d'observation est, comme on le voit, toute différente.

même succession d'opérations qu'elle est finalement amenée à une section régulière, plus petite que la section primitive.

» Toutes les opérations étant identiques, il suffira de considérer l'action produite par un seul coup de marteau; cette action, examinée isolément, présente des particularités dignes de remarque.

» *Déformations produites par l'enfoncement d'une paire de pannes.* — Il est nécessaire de constater tout d'abord que le fond des rainures déterminées par l'impression des pannes ne subit aucune variation dans ses dimensions. La résistance au glissement sur les pannes est telle qu'aucun déplacement relatif ne peut se produire. Les parois supérieure et inférieure de la barre sont simplement transportées parallèlement à elles-mêmes, et si leur longueur semble avoir augmenté de quelques millimètres, cela tient exclusivement à un renflement des parois latérales primitives, qui sont venues former, de chaque côté, un petit encorbellement aux bouts des rainures.

» Dans les évaluations qui suivent, nous ne tiendrons pas compte des volumes de ces encorbellements; l'erreur ainsi commise volontairement sera toujours petite et nous considérons cette simplification comme étant, au point de vue expérimental, de même ordre que les quantités que l'on néglige souvent dans les calculs de première approximation.

» Cette hypothèse se justifie d'ailleurs d'une manière absolue si l'on considère isolément la partie avoisinant le milieu d'une barre très large, car il est évident que, dans ce cas et dans cette zone, il ne peut se produire aucun déplacement par voie d'écoulement latéral.

» Puisque la partie de la paroi qui reste en contact avec les pannes ne subit aucun allongement, celui de la barre ne peut se produire que sur les bords de la rainure, dans la partie qui raccorde, aux quatre angles, le fond de cette rainure avec les faces supérieure et inférieure du solide primitif.

» Ces raccordements sont réalisés sous forme de surfaces cylindriques à génératrices horizontales, et ayant chacune pour directrice, dans une section verticale, une courbe concave qu'il est facile de déterminer.

» *Courbe de raccordement des faces forgées.* — Soient a la demi-largeur de chacune des pannes, h la hauteur à laquelle elle sera parvenue au-dessus ou au-dessous de l'axe de la barre, et dx l'allongement qui résulterait d'un enfoncement supplémentaire $-dh$; on aura nécessairement, dans l'hypothèse de la constance du volume,

$$-a\,dh = h\,dx,$$

d'où

$$x = a \log\text{hyp} \frac{h_0}{h}.$$

» La logarithmique que définit cette équation satisfaisant, pour chaque allongement dx, à la condition $\frac{dx}{(-dh)} = \frac{a}{h}$, on voit que l'élément de cette courbe qui correspond à l'abaissement $-dh$, au moment de sa formation, prend une direction telle que la tangente à la courbe passe toujours par le centre de figure de la partie comprise entre les deux pannes.

» Un nouveau rapprochement des pannes écarte ensuite, mais sans nouvelle déformation, la partie déjà formée de chacun des cylindres de raccordement, à partir des arêtes vives de ces pannes.

» *Détermination de l'allongement produit.* — Les deux bords de la rainure devront ainsi être écartés l'un de l'autre d'une longueur $2a + 2x$, et nous verrons que les mesures prises sur les échantillons vérifient exactement cet écartement. Quant à la partie non étirée du bloc, on peut comprendre que, jusque dans le voisinage des cylindres de raccordement, les lignes tracées verticalement sur les faces latérales de la barre restent verticales, tandis que les lignes horizontales s'infléchissent au pourtour de ces cylindres et dans l'espace compris entre les deux pannes. Parmi toutes les horizontales que l'on aurait ainsi tracées préalablement, la seule médiane restera, par raison de symétrie, rectiligne après la déformation.

» *Analogies entre le poinçonnage et le forgeage.* — Dans les deux opérations du poinçonnage et du forgeage, dont l'objet est très différent, l'action est produite par une pièce de métal qui doit s'ouvrir, par suite de la compression qu'elle exerce, un chemin par lequel elle déplace, partiellement et en la déformant, une autre pièce de métal. La principale différence consiste en ce que le refoulement de la matière déplacée entraîne nécessairement, dans le poinçonnage, la déformation de toute la masse poinçonnée, dont les éléments, à quelque distance de l'axe qu'ils soient placés, prennent tous part à la résistance totale. Dans le forgeage au contraire, il n'y a de résistance en jeu que sur le lieu même de la déformation principale, c'est-à-dire entre les pannes, déformation à partir de laquelle il n'y a, pour les autres parties de la masse, qu'un simple transport latéral, n'entraînant aucune résistance moléculaire. La panne peut être considérée comme un poinçon qui exerce son action sur toute la largeur de la barre forgée.

» Lorsque les pannes sont planes et à arêtes vives, l'analogie que nous venons d'indiquer suffit pour faire comprendre qu'il se formera, devant chaque panne, une proue convexe et de forme cylindrique qui déterminera un mode spécial de déplacement de la matière sous-jacente; les pannes cylindriques feront l'objet d'un examen ultérieur.

» *Vérifications expérimentales.* — La plupart de nos vérifications ont été

faites sur des blocs de plomb parfaitement rectangulaires et à faces préalablement quadrillées par des traits horizontaux et verticaux, équidistants. Le forgeage était obtenu au moyen d'un appareil à levier, agissant sans choc, et à l'aide duquel nous pouvions disposer d'un effort maximum de 4000^{kgm} environ, ce qui nous a permis d'opérer sur des blocs de 40^{mm} de largeur avec des pannes de 10^{mm} et de 20^{mm}.

» *Allongements des rainures.* — Dans toutes les expériences, les traces des traits primitifs qui traversaient la rainure sont restées dans le même plan vertical que leurs prolongements non déformés, ce qui suffirait à montrer qu'aucun glissement ne s'est produit au contact de la panne; mais nous avons obtenu à plusieurs reprises une vérification plus décisive. Avant le forgeage, on avait formé, sur les bords des deux faces sur lesquelles les pannes auraient à agir, des bandes très accusées d'encre noire; ces bandes sont restées, dans le fond d'une même rainure, à leur distance primitive et le seuil de l'élargissement était prolongé par une surface brillante et polie de métal, provenant, à n'en pas douter, des faces primitives de la barre.

» *Déformations des verticales.* — Si nos appréciations s'étaient absolument confirmées, la ligne d'axe aurait dû se raccourcir sans se déformer, ne fût-ce que par raison de symétrie; mais l'expérience prouve qu'elle prend une forme sinueuse, à périodes d'autant plus courtes que la compression a été plus grande. En dehors de la zone comprise entre les deux arêtes de la panne, les verticales restent presque exactement verticales, la plus voisine seule affectant une très légère courbure, vers la rainure, à ses extrémités. Les verticales intermédiaires, engagées sous la panne, s'écartent, à partir du milieu, d'une façon régulière.

» *Déformation des horizontales.* — La ligne horizontale tracée à la moitié de la hauteur de la pièce reste presque rectiligne, malgré l'allongement qu'elle a subi; à peine y trouve-t-on quelquefois une légère déformation dans la partie comprimée sous la panne, mais seulement dans le cas où les deux rainures parallèles ne sont pas exactement de la même profondeur. Les horizontales extrêmes sont nécessairement celles qui se déforment le plus, puisqu'elles doivent se déplacer en leurs milieux de toute la hauteur dont la panne elle-même se déplace et obéir en outre à l'élargissement que détermine la formation de la rainure.

» Nous avons cherché à nous rendre compte des déformations des horizontales intermédiaires; elles ne sont pas modifiées dans les parties latérales, mais vers le milieu elles prennent une courbure régulière dont la convexité est tournée vers l'axe horizontal de la pièce.

» On pourrait se représenter un premier mode de déformation géométri-

quement réalisable en réduisant dans une même proportion toutes les ordonnées comprises dans la largeur de la rainure; la transformée de chacune des horizontales serait ainsi une sorte de sinusoïde aboutissant à deux droites horizontales; mais, pour tenir compte de la formation de la proue sous la panne, il faudrait arrondir chacun des contours en conservant vers le milieu une plus grande épaisseur aux deux tranches extrêmes. Si l'on ajoute à cela quelques petits raccordements dans les angles, on aura une complète représentation de ce qui se passe en réalité.

» *Largeur de la rainure.* — Dans le fond la rainure est rigoureusement moulée sur la panne; la largeur de l'empreinte est identique avec celle de la surface rectangulaire qui l'a produite.

» Latéralement les deux raccordements de chaque rainure sont au contraire très nettement séparés des parois latérales des pannes, qu'elles n'ont jamais rencontrées que par leurs arêtes tranchantes et au moment de leur passage. Aussi affectent-elles une courbure propre, répondant aux logarithmiques dont nous avons donné les équations. Si toute vérification de détail sous le rapport des ordonnées de la courbe est rendue impossible par la petitesse des dimensions, le sens même de cette courbure ne laisse aucun doute, et, d'ailleurs, aucune vérification n'équivaudrait à celle que l'on peut tirer de la largeur maximum de chacune des rainures.

» Voici, à titre de vérification, quelques-uns des chiffres obtenus

Épaisseur		Largeur		
primitive $2h_0$.	finale $2h$.	de la panne $2a$.	calculée de la rainure $2a+2x$.	mesurée de la rainure.
40......	20	10	6,93	6,0
40......	16	10	9,16	8,5
40......	10	10	23,80	24,0
40......	18	20	35,16	34,0

» *Déplacements à l'intérieur de la pièce forgée.* — Les indications qui précèdent ne nous donnent aucun moyen de vérification, si ce n'est des déformations superficielles, mais la netteté de ces déformations ne peut laisser aucun doute sur l'identité de celles qui ont lieu à l'intérieur du solide. D'ailleurs, si l'on fait une coupe longitudinale dans une pièce de fer dont les mises étaient originairement parallèles et horizontales, les mêmes déviations dues au forgeage s'y retrouvent avec la plus grande régularité lorsqu'on fait apparaître les joints de ces mises par le procédé de l'oxydation. On peut donc affirmer que, dans ces conditions, les zones de plus grande

déformation correspondent évidemment aux arêtes extrêmes des deux pannes et au centre du bloc comprimé, et c'est précisément en ces points que nous sommes parvenu à reconnaître, ainsi que nous l'indiquerons prochainement, le développement de la plus grande quantité de chaleur.

» Quant à la cinématique de ces déformations, qui sera complètement exposée lorsque nous développerons la théorie de l'écrasement des solides, nous pouvons dire dès à présent que, toutes les horizontales et toutes les verticales conservant leurs positions et leurs dimensions en dehors de la partie du bloc qui comprend la rainure, on satisfait géométriquement à la condition de la conservation du volume, en admettant que les horizontales se raccordent à la rainure par des sinusoïdes raccordées elles-mêmes par des horizontales vers le milieu de la cloison, et que les verticales, dans cette même région, se trouvent remplacées par d'autres sinusoïdes à partir des points en lesquels elles touchaient la surface agissante de la panne, points qui n'ont pu, en raison de l'absence de tout glissement, éprouver les uns par rapport aux autres aucun déplacement. Le réseau ainsi formé de portions de droites et de sinusoïdes comprend entre ses mailles des aires toutes égales à celles du quadrillage primitif.

» *Travail de déformation.* — Pour chaque rapprochement $-2dh$ des deux bouts de la rainure, tout le travail de déformation est exclusivement dépensé dans la cloison séparative, qui est le seul siége de cette déformation. Ce travail peut donc être évalué à $2k \times 2ab(-dh)$, en désignant par b la longueur de la rainure; dans cette expression, h est la seule variable, et si la cloison passe de la hauteur totale H_0 à la hauteur H, l'intégration donne immédiatement

$$T = 2k \times 2ab(H_0 - H).$$

L'effort qui produit cette déformation est constant et égal, à la limite, à $2k \times 2ab$; c'est encore ce que l'expérience permet de constater avec certitude.

» *Expériences de choc.* — Les expériences faites avec le choc d'un mouton ont complètement confirmé le mode de déformation que nous venons d'indiquer, bien qu'il se soit quelquefois produit de petits glissements sur la face de la panne. Les ébranlements et les rebondissements dus à la vitesse semblent favorables, mais dans une très faible mesure, à des glissements que les actions plus lentes ne comportent pas.

» En résumé, ces premières observations sur l'une des plus importantes opérations du travail des métaux se rattachent intimement à nos précé-

dentes études sur l'écoulement des corps solides, et elles établissent, quant au forgeage, les points suivants :

» Le forgeage transversal d'une barre de métal s'effectue par des étranglements successifs de cette barre entre deux pannes, par choc ou par compression.

» La rainure ainsi formée est limitée latéralement par deux cylindres à bases de logarithmiques, dont les équations sont déterminées.

» La résistance de glissement au contact des pannes est suffisante pour éviter tout déplacement relatif à ce contact.

» Il en résulte qu'un quadrillage primitif, en aires rectangulaires égales sur l'une des faces latérales primitives, se transforme en un réseau formé de courbes géométriquement définies et comprenant respectivement des aires équivalentes.

» L'examen géométrique des transformées de ces aires permet d'y distinguer les zones de plus grande déformation ou de glissement maximum.

» Nous démontrerons bientôt que ces zones de plus grand glissement sont celles en lesquelles se produit le plus grand développement de chaleur pendant que l'action mécanique s'accomplit. »

PHYSIOLOGIE. — *Emploi des photographies partielles pour étudier la locomotion de l'homme et des animaux*. Note de M. **Marey**.

« Lorsqu'on prend sur la même plaque une série de photographies représentant les attitudes successives d'un animal, on cherche naturellement à multiplier ces images pour connaître le plus grand nombre possible de phases du mouvement. Mais, quand la translation de l'animal n'est pas rapide, la fréquence des images est bientôt limitée par leur superposition et par la confusion qui en résulte. Ainsi, un homme qui court, même avec une vitesse modérée, peut être photographié dix fois par seconde, sans que les images se confondent. Si, parfois, une jambe vient se peindre en un lieu où une autre jambe avait déjà laissé son empreinte, cette superposition n'altère point les images : les blancs deviennent seulement plus intenses aux endroits où la plaque a été deux fois impressionnée, de sorte que les contours des deux membres se distinguent encore aisément. Mais, quand l'homme marche lentement, les images présentent des superpositions si nombreuses qu'il en résulte une grande confusion.

» C'est pour remédier à cet inconvénient que j'ai eu recours à la *photo-*

graphie partielle, c'est-à-dire que j'ai supprimé certaines parties de l'image pour que le reste fût plus facile à comprendre.

» Comme, dans la méthode que j'emploie, les objets blancs et éclairés impressionnent seuls la plaque sensible, il suffit d'habiller de noir les parties du corps qu'on veut retrancher de l'image. Si un homme revêtu d'un costume mi-partie blanc et noir marche sur la piste en tournant du côté de l'appareil photographique la partie blanche de son vêtement, la droite par exemple, on le verra dans les images comme s'il était réduit à la moitié droite de son corps.

» Ces images permettent de suivre dans leurs phases successives, d'une part le pivotement du membre inférieur autour du pied pendant le temps de l'appui, et d'autre part, pendant celui du levé, l'oscillation de ce même membre autour de l'articulation coxofémorale, en même temps que cette articulation se transporte en avant d'une manière continue.

» Les photographies partielles sont utiles aussi dans l'analyse des mouvements rapides, parce qu'elles permettent de multiplier beaucoup le nombre des attitudes représentées. Toutefois, comme l'image d'un membre présente encore une assez grande largeur, on ne peut multiplier beaucoup ces photographies partielles, sous peine de lesconfondre par superposition. J'ai donc cherché à diminuer la largeur des images, afin de les répéter à des intervalles extrêmement courts. Le moyen consiste à revêtir le marcheur d'un costume entièrement noir, sauf d'étroites bandes de métal brillant qui, appliquées le long de la jambe, de la cuisse et du bras, signalent assez exactement la direction des rayons osseux de ces membres.

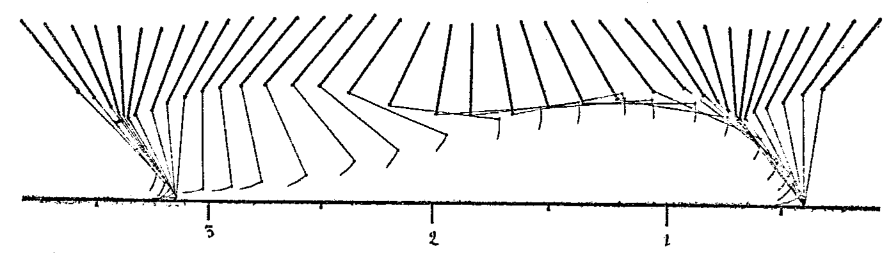
» Cette disposition permet de décupler aisément le nombre des images recueillies en un temps donné sur une même plaque : ainsi, au lieu de dix photographies par seconde, on en peut prendre 100. Pour cela, on ne change pas la vitesse de rotation du disque ; mais, au lieu de le percer d'une seule fenêtre, on en fait dix semblables et également réparties sur toute la circonférence [1].

» La figure que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est faite d'après un des clichés projetés à la lanterne magique; les lignes ponctuées ont été

---

[1] Il est souvent avantageux de donner à l'une des fenêtres un diamètre double de celui des autres; il en résulte une intensité plus grande de l'une des images et cela facilite l'estimation des temps, en même temps que cela fournit des points de repères pour comparer les mouvements des membres inférieurs à ceux des membres supérieurs. (Voir *Comptes rendus*, t. XCV.)

transformées en traits pleins. Cette figure montre les phases successives d'un pas de course. Le membre inférieur gauche y est seul représenté : des lignes pleines correspondent à la cuisse, à la jambe et au pied ; des points, aux articulations du pied, du genou et de la hanche.



Course de l'homme, attitudes successives du membre inférieur gauche.
Fréquence des images, 60 par seconde environ.

» Cette figure exprime déjà assez clairement les alternatives de flexion et d'extension de la jambe sur la cuisse, les trajectoires onduleuses du pied, du genou et de la hanche, et pourtant le nombre des images n'excède pas 60 par seconde. Un disque obturateur percé de fenêtres plus nombreuses donnerait avec bien plus de perfection les déplacements angulaires de la jambe sur la cuisse et les trajectoires des trois articulations.

» Plus on donne de finesse aux lignes ponctuées qui expriment la direction des membres, plus on peut multiplier le nombre des images; mais, dans les cas présents, il est plus que suffisant d'avoir soixante fois par seconde l'indication des déplacements du marcheur.

» On voit que, dans la méthode d'analyse photographique, les deux facteurs du mouvement, le temps et l'espace, ne peuvent pas être tous deux estimés d'une manière parfaite. La connaissance des positions que le corps a occupées dans l'espace suppose qu'on possède des images complètes et distinctes ; or il faut, pour avoir de telles images, laisser un intervalle de temps assez long entre deux photographies successives. Veut-on, au contraire, porter à la perfection la notion du temps, on n'y peut arriver qu'en augmentant beaucoup la fréquence des images, ce qui force à réduire chacune d'elles à certaines lignes. On concilie autant que possible ces deux exigences opposées en choisissant pour les photographies partielles les lignes et les points qui renseignent le mieux sur les attitudes successives du corps.

» Il est curieux de voir que cette expression des attitudes successives du corps et des membres, au moyen d'une série de traits exprimant la di-

rection des rayons osseux, ait été précisément adoptée par d'anciens auteurs comme étant la plus explicite et la plus capable de faire bien comprendre les phases d'un mouvement. Ainsi, Vincent et Goiffon, dans leur remarquable Ouvrage sur le cheval ([1]), ont essayé de représenter par des lignes diversement brisées les déplacements des rayons osseux des membres aux différents temps d'un pas ([2]).

» Il n'est pas nécessaire d'insister sur la supériorité que présente la Photographie, qui donne les positions véritables des membres, sur l'observation directe, incapable de saisir des actes si rapides et d'apprécier de si courtes durées.

» Au commencement de ce siècle, les frères Weber ont aussi eu recours au même mode de représentation pour exprimer les actes successifs qui se produisent dans la marche de l'homme. C'est en réduisant le marcheur à la figure d'un squelette que ces éminents observateurs ont réussi à juxtaposer, sans les confondre, un grand nombre d'images exprimant des attitudes différentes.

» La manière de construire les bandes brillantes qui, dans la photographie, expriment la position des leviers osseux mérite une mention spéciale. Comme le temps de pose doit être très court, il faut employer une matière d'un grand éclat. Des bandes de métal brillant ne sont pas également lumineuses dans toute leur étendue, parce qu'elles ne réfléchissent pas sous le même angle les rayons solaires; elles produisent sur les épreuves des lignes d'intensité inégale. J'ai obtenu de meilleurs résultats avec de petites bandes de bois noir sur lesquelles étaient plantés, suivant une ligne, des clous de métal brillant à têtes hémisphériques. Sur chacune de ces surfaces arrondies se formait une image du Soleil, image extrêmement petite, mais très brillante. Dans la photographie, cette série de clous brillants donnait naissance à une ligne ponctuée. Au niveau de la cheville du pied, du genou, du grand trochanter, des demi-sphères plus grosses que les autres signalaient dans les images les centres de mouvement par un point de grande dimension.

([1]) *Mémoire artificielle des principes relatifs à la fidèle représentation des animaux tant en peinture qu'en sculpture;* par feu Goiffon et M. Vincent, 1779.

([2]) Il est regrettable que ces savants aient eu recours à une méthode tout à fait artificielle pour exprimer le sens du mouvement. Au lieu de représenter les déplacements successifs des membres dans l'espace, ils supposent le cheval immobile et montrent les rayons osseux de ses membres oscillant en sens alternatif autour de l'articulation supérieure.

» Les photographies partielles obtenues par cette méthode permettent d'analyser les différents actes de la locomotion, aussi bien les mouvements sur place que la marche, la course ou le saut. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action des mélanges d'air et de vapeur de chloroforme, et sur un nouveau procédé d'anesthésie.* Note de M. **Paul Bert.**

« J'ai recherché l'action sur le chien de mélanges dosés de vapeurs de chloroforme et d'air, respirés d'une manière continue et indéfinie.

» Mes expériences ont été faites à l'aide de l'appareil décrit par le Dr Saint-Martin dans la séance du 18 décembre 1882. Cet appareil, composé de deux gazomètres qui agissent alternativement, est des plus commodes à employer, et il est appelé à rendre les plus grands services dans toutes les questions relatives à la respiration.

» Si l'on fait respirer à un chien un mélange de 4^{gr} de chloroforme vaporisés dans 100^{lit} d'air, l'animal reste sensible pendant toute la durée de l'expérience, que j'ai prolongée, dans un cas, jusqu'à neuf heures et demie. Sa température rectale s'était alors abaissée à 35°.

» Avec 6^{gr} pour 100^{lit} d'air (ce que j'appelle abréviativement 6 pour 100), la mort est survenue après sept heures environ, avec une température de 31°. La sensibilité a persisté tout le temps, bien qu'affaiblie, surtout dans les dernières heures, quand l'animal était très refroidi.

» Avec 8 pour 100, on finit par obtenir l'insensibilité de la peau et même de la cornée; mais elle ne survient que très lentement, après une phase d'agitation. La mort a lieu au bout de six heures, la température s'étant abaissée jusqu'à 30°.

» Avec 10 pour 100, la scene change; l'insensibilité apparaît en quelques minutes. Le sommeil est absolument calme, et la mort arrive au bout de deux heures à deux heures et demie, sans aucune convulsion. La température est alors de 35° à 33°.

» Avec 12 pour 100, insensibilité encore plus rapide, sans réaction aucune. Mort en une heure un quart en moyenne; température, 35°.

» Avec 14 et 16 pour 100, mort en trois quarts d'heure; température, 38°.

» Avec 18 et 20 pour 100, mort en une demi-heure.

» Avec 30 pour 100, mort en quelques minutes.

» Dans toutes ces expériences, l'animal avait été trachéotomisé. Le chloroforme était parfaitement pur.

» J'appelle particulièrement l'attention sur les faits suivants :

» A. Que la mort soit survenue lentement ou rapidement, toujours le cœur a continué à battre après la cessation des mouvements respiratoires : il n'y a jamais eu de syncope cardiaque.

» B. Même après une anesthésie de plusieurs heures, il ne passe pas de chloroforme dans l'urine.

» C. Avec des doses très faibles, on peut faire circuler dans les poumons une quantité énorme de chloroforme sans obtenir d'autre phénomène objectif que l'abaissement de la température.

» D. Avec des doses un peu plus fortes, on amène une mort lente avec un grand abaissement de température ; mais la sensibilité persiste.

» Ainsi, à ces doses, le chloroforme n'agit que sur les actes nutritifs, probablement en engourdissant tous les éléments anatomiques, comme il endort la cellule de bière, d'après les expériences de Claude Bernard.

» E. Avec des doses plus fortes, alors que l'insensibilité se manifeste nettement, la mort est toujours la conséquence de la respiration *continue* des mélanges chloroformés.

» Plus ces mélanges sont riches en chloroforme, plus la mort est rapide, et moins la température de l'animal baisse.

» L'emploi des mélanges titrés de vapeurs de chloroforme et d'air va permettre de résoudre quantité de problèmes importants relatifs à l'action de cet anesthésique.

» J'ai commencé des expériences, afin de mesurer la quantité de chloroforme qu'un chien doit absorber pour être anesthésié et pour mourir. Je détermine la marche de cette absorption. J'étudie l'influence des poisons, comme la morphine, l'atropine, l'alcool, le chloral, qu'on a essayé d'associer, pour des motifs divers, au chloroforme. Enfin, j'ai commencé une analyse complète de l'action du chloroforme sur les fonctions, les organes et les éléments anatomiques, analyse que n'ont pu permettre de faire avec précision les procédés ordinaires.

» J'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie de ces expériences lorsqu'elles auront fourni de suffisants résultats. Mais dès aujourd'hui je veux lui faire part d'une application pratique des faits rapportés plus haut, application qui me paraît mériter d'attirer l'attention des chirurgiens.

» Je rappelle que la respiration continue d'un mélange d'air ou de chloroforme, quel qu'il soit (hormis dans les doses très faibles, et encore la mort surviendrait-elle peut-être si l'on prolongeait l'expérience au delà de neuf heures et demie), amène toujours la mort.

» Chez le chien, au-dessus de 10 pour 100, l'insensibilité est rapide, mais la mort survient assez vite pour que sa menace inquiète l'opérateur. Au-dessous, au contraire, la mort est extrêmement lente, mais la sensibilité n'est que peu diminuée.

» J'ai eu l'idée de faire agir successivement les deux doses, dans l'espoir d'agir sur la sensibilité sans compromettre la vie.

» Je fais respirer à un chien le mélange à 12 pour 100. Au bout de quelques minutes, quand il est bien endormi, je lui donne le mélange à 8 pour 100. Or ce mélange qui, s'il avait été employé d'emblée, n'aurait anesthésié l'animal que très lentement et après une grande agitation, suffit pour continuer l'action de celui-ci à 12 pour 100. Et comme il n'est mortel par lui-même qu'au bout d'un long temps, j'ai pu conserver ainsi des animaux parfaitement anesthésiés pendant plus de trois heures, sans aucun péril pour leur vie, sans aucun trouble notable de la respiration et de la circulation : la température seule avait baissé.

» Voilà donc un procédé bien simple, qui ne nécessite que l'emploi de deux sacs de caoutchouc ou de deux gazomètres, et dont je me permets de recommander l'emploi aux chirurgiens. Il faudrait d'abord, bien entendu, déterminer par des tâtonnements le titre des mélanges dont l'action correspondrait sur l'homme à ce que font 8 et 12 pour 100 sur le chien.

» Il n'est pas inutile de faire observer que ce procédé a les plus grandes analogies avec le procédé chirurgical dit de la *sidération*, qui consiste à endormir brusquement le patient avec une grande quantité de chloroforme, pour l'entretenir ensuite dans l'état d'insensibilité avec de très faibles doses.

» Mais l'emploi des mélanges titrés aurait l'avantage de réduire en règles précises une pratique dont la réussite dépend aujourd'hui tout entière de l'habilité du chirurgien.

» Je fais remarquer en terminant que, si ce procédé paraît devoir mettre à l'abri de tout danger, il ne peut faire disparaître des inconvénients inhérents au chloroforme lui-même. Les animaux ainsi anesthésiés sont, quand ils se réveillent, en proie aux malaises habituels. La supériorité du protoxyde d'azote sur tous les autres anesthésiques se maintient toujours. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Réciproque de l'homogénéité. Similitude des formules* (¹). Note de M. A. Ledieu.

» I. Toutes les relations 4° du § IV de la précédente Communication, dites *générales*, doivent être *homogènes*, si, dans la suite des raisonnements invoqués pour leur établissement, les unités fondamentales, et par suite aussi les unités dérivées qui s'y rencontrent, restent indéterminées. C'est là une proposition évidente, indiquée par tous les auteurs, toutefois d'une manière vague en dehors des cas simples; son usage principal est de fournir une sorte de vérification *a posteriori* des relations *générales* après leur démonstration.

» Par ailleurs, il convient de n'accepter que sous réserve la *réciproque* de cette proposition, c'est-à-dire l'hypothèse *a priori* de l'homogénéité de relations concrètes inconnues entre des grandeurs données, pour prévoir ces relations ou au moins leurs principaux linéaments, voire même pour déduire une formule générale d'un de ses cas particuliers étudié expérimentalement. La question ainsi posée exige, en effet, dans chaque problème la preuve préalable que l'on est certain de n'omettre aucune des grandeurs de diverses espèces susceptibles d'en faire partie. De plus, en Sciences appliquées, il faut avoir la garantie que la relation que l'on vise se réalise expérimentalement en toute rigueur, c'est-à-dire existe sans empirisme, et en outre sans l'emploi implicite d'unités de valeur déterminée.

» Ainsi élucidée, la réciproque dont il s'agit a son ampleur notablement restreinte; elle conserve néanmoins de l'intérêt pour les problèmes où l'on est sûr d'avance de n'omettre aucune des données de la question. Par exemple, elle ne saurait faire prévoir la formule du mouvement d'un pendule dans l'air; par contre, il est licite d'en tirer *a priori* la forme de l'équation pour le mouvement dans le vide, comme cela est indiqué dans divers cours.

» En Électricité, il est généralement impossible de recourir, en toute sûreté, à la présente méthode; car on est rarement certain de ne négliger aucun des éléments du phénomène étudié, et en outre de ne pas viser une relation empirique.

» II. Avec l'emploi des systèmes de mesure absolus, les formules 1°, 2° et 3° du § IV de la Communication précédente ont eurs expressions *littérales* qui demeurent invariables et à l'abri du changement de valeur

(¹) Voir les *Comptes rendus* du 11 juin 1883.

des unités fondamentales, et de la modification y relative des unités dérivées; les relations *générales* jouissent alors du même avantage. Mais l'invariabilité cesserait d'exister, si l'on employait pour les grandeurs complexes des unités de fantaisie; le changement de celles-ci entraînerait l'inconvénient d'introduire des coefficients spéciaux dans l'expression littérale de la formule où elles figureraient. De leur côté, les résultats *numériques* des formules sont d'ordinaire affectés par la modification de valeur des unités, quelles qu'elles soient. Ainsi l'accélération $J = LT^{-2}$ se trouve représentée par un nombre 3600 fois plus grand, quand, en conservant l'unité de longueur, on change l'unité de temps, la seconde, en la minute.

» Cet inconvénient ainsi que le précédent croissent manifestement en sens inverse du nombre des unités fondamentales vraiment indépendantes dont on fait usage. En dehors de l'unité de température, ledit nombre est au maximum de trois; ce chiffre s'impose donc encore ici. A la rigueur [1], on pourrait n'avoir qu'une unité fondamentale et spécialement l'unité de longueur [L]. Mais une telle combinaison serait désavantageuse d'après ce qui vient d'être dit. En particulier, elle entraînerait, par un contre-coup inutile, la modification des résultats numériques de certaines expressions, qui, avec l'emploi de trois unités fondamentales, demeureraient à l'abri du changement spécialisé de l'une de ces unités. Dans tous les cas, elle restreindrait, comme probabilité, la vérification *a posteriori* des formules dites *générales* au moyen du principe de l'homogénéité, en établissant une dépendance *factice* entre les trois grandeurs primordiales L, T, M (ou F).

» III. Soit une formule générale rendue concrète

$$F(L, L', \ldots, T, T', \ldots, s, s', \ldots, e, e', \ldots) = 0. \tag{1}$$

» Faisons varier en *valeur absolue*, dans un certain rapport $\lambda, \tau, \ldots$, les grandeurs par série de même espèce complètement indépendante, et particulièrement les grandeurs explicitement primordiales L, T, M (ou F). Modifions ensuite les quantités complexes dépendant des précédentes dans la proportion résultant de cette dépendance. Nous obtiendrons de cette façon une seconde formule

$$F(\lambda L, \lambda L', \ldots, \tau T, \tau T', \ldots, s, s', \ldots, e, e', \ldots), \tag{2}$$

qui est dite *semblable* à la première.

» Ces deux formules correspondent ainsi à deux sortes de phénomènes, qu'on regarde pareillement comme *semblables* entre eux, relativement aux

(1) *Comptes rendus*, du 26 décembre 1882, p. 1329.

espèces de grandeurs qui ont varié proportionnellement. La similitude dont il s'agit ici ne doit pas être confondue avec la similitude des figures : celle-ci est purement géométrique, tandis que celle-là est surtout analytique.

» La similitude a cela de connexe avec l'homogénéité que les changements d'*unité de mesure* des grandeurs par espèce indépendante dans les formules homogènes correspondent aux changements proportionnels de *valeur absolue* des mêmes grandeurs dans les formules semblables.

» La similitude est d'autant plus intime, que les espèces de grandeurs modifiées proportionnellement dans la formule primitive sont plus nombreuses. Elle devient *complète,* quand elle englobe toutes les espèces de grandeurs que renferme la formule, sinon elle n'est que *partielle.* En tous cas, la similitude, de même que l'homogénéité, n'a aucun sens par rapport aux formules 1°, 2° et 3°, rappelées au § II ci-dessus.

» IV. On connaît le beau théorème de Newton sur la similitude en Mécanique. Dans son expression la plus générale, ce théorème doit s'entendre ainsi :

» La formule du mouvement d'un système de points matériels soumis à des forces quelconques se présente sous l'expression bien connue

$$(3) \qquad \Sigma m\left(\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}\,\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}\,\delta z\right)=\Sigma(\mathrm{X}\,\delta x+\mathrm{Y}\,\delta y+\mathrm{Z}\,\delta z).$$

Pour obtenir une similitude complète de phénomène et de formule, y compris le parallélisme des forces, on a les équations de condition suivantes, où les lettres accentuées appartiennent au second système :

$$\frac{x'}{x}=\frac{y'}{y}=\frac{z'}{z}=\lambda,\quad \frac{t'}{t}=\tau,\quad \frac{m'}{m}=\mu,\quad \frac{\mathrm{X}'}{\mathrm{X}}=\frac{\mathrm{Y}'}{\mathrm{Y}}=\frac{\mathrm{Z}'}{\mathrm{Z}}=\frac{\sqrt{\mathrm{X}'^2+\mathrm{Y}'^2+\mathrm{Z}'^2}}{\sqrt{\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2+\mathrm{Z}^2}}=\mu\lambda\tau^{-2},$$

d'après la relation (6) de notre dernière Communication.

» Les similitudes partielles s'obtiennent ici en égalant à 1 deux ou un seul des trois coefficients indépendants λ, μ, τ. Nous examinerons en particulier le cas de $\lambda=1$, en supposant, d'ailleurs, qu'il s'agisse d'atomes soumis uniquement à leurs actions mutuelles. Nous admettrons en outre que ces actions sont exclusivement fonctions des distances réciproques des atomes et, par suite, ont la forme $f(l)$ pour les unités de masse, la fonction f pouvant du reste varier d'atome à atome, si ceux-ci se trouvent d'essences différentes (pondérables et éthérés, par exemple).

» Dans le présent cas, on a évidemment l'équation spéciale de condition

$$\frac{m'm'_1f'(l)}{mm_1f(l)}=u\tau^{-2},$$

soit

$$f'(l) = f(l)\mu^{-1}\tau^{-2}. \tag{4}$$

» Si, en plus des données précédentes, on s'impose l'obligation d'avoir des quantités de mouvement sans cesse égales entre elles pour les atomes homologues, on aura la nouvelle équation de condition

$$\frac{m'v'}{mv} = \mu\tau^{-1} = 1. \tag{5}$$

Dès lors l'équation (4) deviendra

$$f'(l) = f(l)\tau^{-3}. \tag{6}$$

» Les atomes homologues décrivent ici des trajectoires identiques, mais avec des vitesses τ fois plus petites dans le second système que dans le premier. Ils possèdent d'ailleurs des positions et des quantités de mouvement pareillement identiques.

» V. Les partisans de l'unité des forces physiques et de leurs actions à distance et centrales, ainsi que des atomes centres réels de force, trouveront, à l'aide du problème précédent, une intéressante explication de la genèse mosaïque prise au pied de la lettre.

» Imaginons, en effet, qu'au commencement des temps les actions atomiques en jeu aient eu leurs fonctions de distances τ^3 fois plus grandes que les valeurs actuelles, et qu'au contraire les masses se soient trouvées τ fois moindres. Tous les phénomènes primitifs analogues aux phénomènes présents se seraient alors accomplis dans un temps τ fois plus petit, et par suite aussi court que le comporterait l'interprétation cherchée. Ces phénomènes primitifs auraient d'ailleurs passé par des formes et des phases identiques à celles qu'exige la cosmogonie classique de nos jours, laquelle impose en outre à l'accomplissement de tous les phénomènes analogues une durée égale dans la suite des temps.

» Cette même interprétation se compléterait par l'hypothèse qu'après la création il serait survenu une diminution considérable de ce qu'on peut appeler le *paramètre* commun des fonctions de distances, lequel paramètre de 1 serait tombé à $\frac{1}{\tau^3}$. Simultanément, le paramètre pareillement commun des masses aurait au contraire augmenté de 1 à τ. Grâce à cette dernière circonstance, toutes les quantités de mouvement seraient demeurées intactes, ce qui eût évité l'application de forces différentes à l'immense

nombre des atomes de l'univers, pour faire acquérir à chacun de ceux ci la quantité de mouvement, $m'v' = mv\mu\tau^{-1}$, qui lui serait revenue dans le nouveau système.

» En un mot, dans l'ordre d'idées que nous développons, le Créateur, tout en conservant rigoureusement pour l'état dynamique actuel de l'univers les formes et les phases phénoménales du premier état, aurait seulement accru dans une énorme proportion les durées primitives des faits identiques; et il eût opéré ce changement par le procédé le plus éminemment scientifique de la simple modification de deux paramètres généraux. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de **M. Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec le ruthénium.* — On obtient de bons résultats au moyen des trois procédés suivants, dont le premier est cependant le plus avantageux. Le ruthénium doit être à l'état de sesquichlorure.

» 1° La solution, fortement acidifiée par HCl, est saturée d'hydrogène sulfuré; on chauffe ensuite jusqu'à l'ébullition qu'on maintient pendant quinze à vingt minutes. Un courant d'hydrogène sulfuré traverse la liqueur pendant la chauffe et jusqu'à refroidissement de l'essai. Le sulfure de ruthénium, recueilli sur un filtre, est lavé à l'eau chargée de H^2S et aiguisée de HCl. La simple évaporation du liquide filtré donne le chlorure de gallium.

» 2° On précipite à chaud par un petit excès de potasse caustique et l'on maintient pendant quelque temps la liqueur alcaline à l'ébullition. L'oxyde de ruthénium séparé par le filtre retient un peu de gallium; il faut donc le dissoudre dans l'acide chlorhydrique et le reprécipiter par la potasse. Trois ou quatre traitements par dissolution chlorhydrique et précipitation potassique suffisent ordinairement pour éliminer le gallium qui se trouve finalement contenu en entier dans une liqueur alcaline, d'où il est aisé de l'extraire au moyen de l'hydrate cuivrique.

» 3° Le prussiate de potasse précipite très bien le gallium en présence du sesquichlorure de ruthénium. On opère, comme d'usage, à froid et dans une liqueur contenant $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de son volume d'acide chlorhydrique concentré. Le ferrocyanure de gallium est soigneusement lavé à l'eau fortement acidifiée par HCl.

---

(1) *Comptes rendus*, juin 1883, p. 1696.

» Si le ruthénium et le gallium font partie d'une combinaison insoluble dans l'acide chlorhydrique ou dans l'eau régale, on place la substance dans un vase d'or et on l'attaque au rouge sombre par un mélange de potasse et de nitre. La solution aqueuse de la masse est traitée par un excès d'acide chlorhydrique et soumise à l'ébullition; on obtient ainsi une liqueur dans laquelle le ruthénium existe à l'état de sesquichlorure et qu'on traite par un des trois procédés sus-indiqués.

» *Séparation d'avec l'osmium.* — Je n'indiquerai qu'un seul procédé, d'ailleurs exact et offrant l'avantage de s'appliquer aux solutions contenant de l'acide osmique aussi bien qu'à celles qui renferment du chlorure d'osmium.

» La liqueur, additionnée d'une quantité assez notable d'acide chlorhydrique, est traversée à froid par un courant d'hydrogène sulfuré; on élève ensuite lentement la température jusqu'au voisinage de l'ébullition, et on l'y maintient pendant environ une heure, tout en continuant de faire passer H^2S.

» Le liquide filtré, étant saturé à froid par H^2S, puis porté à l'ébullition, ne doit pas se colorer en brun, ce qui indiquerait une précipitation incomplète de l'osmium. Il reste cependant parfois quelques faibles traces d'osmium dans la liqueur incolore ainsi traitée; on fera donc bien d'y faire passer de l'hydrogène sulfuré bulle à bulle pendant toute la durée de son évaporation. A la fin, quand il ne reste plus qu'un volume fort restreint de liquide acide, on ajoute un peu d'eau chargée de H^2S et l'on fait encore bouillir pendant quelques minutes. Il se sépare ainsi une très petite quantité de sulfure d'osmium qu'on réunit à la masse principale de ce composé.

» *Séparation d'avec l'arsenic.* — Dans une liqueur chlorhydrique fortement acide, l'hydrogène sulfuré précipite complètement l'arsenic, tandis que tout le gallium reste en solution. On lave le sulfure d'arsenic avec de l'eau acidifiée par HCl et non avec de l'eau pure, afin d'éviter le passage du précipité au travers du filtre.

» *Séparation d'avec le sélénium.* — Suivant les cas, on emploiera l'un ou l'autre des deux procédés suivants. Le sélénium doit se trouver à l'état d'acide sélénieux.

» 1° La solution, notablement acidifiée par HCl, est traversée par un courant d'hydrogène sulfuré qu'on maintient pendant que la température de l'essai est graduellement élevée jusqu'à l'ébullition. Le sulfure de sélé-

nium étant recueilli sur un filtre, la liqueur claire donne le $Ga^2 Cl^6$ par évaporation.

» 2° On acidifie la liqueur par $H Cl$ et l'on réduit le sélénium à chaud au moyen d'un courant de gaz sulfureux. L'ébullition est soutenue pendant dix à quinze minutes, ce qui agglomère le sélénium et l'empêche ainsi de passer au travers du filtre. Le gallium se retrouve dans la liqueur filtrée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PATHOLOGIE. — *Sur un cas d'hystérie grave de date ancienne dont les symptômes ont disparu sous l'influence de l'aluminium.* Note de M. **Burcq**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

« La malade dont il s'agit dans cette observation, ayant été reconnue sensible à l'aluminium, à la suite de plusieurs explorations faites sans résultats positifs avec d'autres métaux, fut traitée ensuite par des injections sous-cutanées de sulfate d'alumine à $\frac{1}{200}$, l'administration de pilules du même sel de $0^{gr},03$ (une à deux par jour) et une armature d'aluminium.

» Sous l'influence de ce traitement, suivi par la malade avec une grande ponctualité, tous les symptômes disparurent, notamment une sorte d'aboiement très pénible qui durait depuis 1879, malgré toutes les médications externes et internes auxquelles la malade avait été soumise pendant cette longue période de temps. »

M. **Renard** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Bouley, un Mémoire portant pour titre : « Étude sur le mode d'action des eaux minérales d'après la doctrine de M. Pasteur ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un résumé des Conférences de Chimie, faites par M. *Liès-Bodard*, à

l'École Normale de Châlons. (Extrait du *Bulletin officiel de l'Instruction primaire du département de la Marne.*)

2° La troisième édition du « Traité des signes de la mort », par M. *E. Bouchut.*

3° Une brochure de M. *J. Chatin* portant pour titre : « Recherches pour servir à l'histoire du noyau dans l'épithélium auditif des Batraciens ». (Présentée par M. Milne-Edwards.)

4° Un Mémoire de M. *O. Hallauer*, intitulé : « Étude pratique sur l'échappement et la compression de la vapeur dans les machines ». (Présenté par M. Rolland.)

5° Une Notice sur la vie et les travaux de M. Édouard Roche, par M. *J. Boussinesq*. (Présentée par M. Faye.)

ASTRONOMIE. — *Sur le calcul des variations séculaires des éléments des orbites.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Parmi les Mémoires contenus dans le premier Volume des *Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac*, se trouve un travail de M. W. Hill : *On Gauss's method of computing secular perturbations.*

» Après avoir observé que la méthode de Gauss est digne d'attention en ce qu'elle donne, au prix d'un travail relativement restreint, les perturbations séculaires pour les astéroïdes et les comètes, aussi bien que pour les planètes, l'auteur cherche à donner aux résultats de Gauss une forme appropriée au calcul numérique. Une Table étendue évite l'emploi des transcendantes elliptiques; l'usage des formules est éclairci par l'application aux perturbations de Mercure par Vénus.

» Une addition apporte quelques perfectionnements au premier travail de l'auteur : on voit en particulier que les formules dépendent en définitive de deux transcendantes, tandis que trois semblaient d'abord intervenir.

» Je me suis proposé de compléter les derniers résultats de M. Hill en construisant une Table pour les nouvelles transcendantes; les applications m'ont conduit ensuite à de légères modifications, sans doute avantageuses; j'ai calculé les perturbations séculaires d'une petite planète par le groupe Jupiter, Saturne et Mars. Antérieurement, les perturbations relatives de la même planète avaient été obtenues par la méthode de Gyldén.

» On voit bien l'avantage de la méthode de Gyldén, laquelle fait usage de combinaisons qui gardent un sens dans la suite des recherches; on abrège ainsi les calculs et, en même temps, on évite les chances d'erreur.

» Le but de ce travail a été surtout de mettre en lumière un procédé commode et pratique pour le calcul des variations séculaires. Toutefois, dans la déduction des formules, on n'a pas négligé d'indiquer quelques rapprochements intéressants.

» Ainsi le problème est lié à la décomposition en facteurs trigonométriques du carré de la distance de deux planètes, telle qu'on la pratique dans les méthodes dues à Cauchy et à Hansen, de sorte que les calculs faits par divers auteurs qui ont appliqué ces méthodes peuvent être utilisés.

» Dans les intégrales

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\Gamma + \Gamma'\sin^2 T + \Gamma''\cos^2 T}{(G + G'\sin^2 T + G''\cos^2 T)^{\frac{3}{2}}}dT,$$

au calcul desquelles l'analyse de Gauss ramène le problème, les quantités Γ avaient des expressions compliquées; elles se présentent maintenant, par une analyse naturelle, comme les *résidus* d'une fraction rationnelle relativement aux racines G de l'équation cubique de Gauss; les expressions de M. Hill en résultent aussitôt.

» Dans la construction de la Table, l'insertion des termes, en vue de rendre négligeables les différences secondes, a été obtenue par une méthode simple, qui pourra être utile dans d'autres occasions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la forme binaire du sixième ordre*. Note de M. R. **Perrin** (¹).

« Dans mes précédentes Communications, j'ai donné les expressions types complètes de U, Q et S [formules (1), (6) et (13)], la forme primitive U étant prise pour base. Voici les expressions-types des autres covariants (²):

(¹) Voir *Comptes rendus* des 11 et 18 juin 1883.

(²) Pour les derniers, je me borne aux trois premiers termes, les plus importants pour calcul des covariants composés.

$$(21)\quad \left\{ \begin{aligned}
S' &= s'x^2 + (Au'' + 2u''')xy + [2u(2Bq - s^2) - hs']y^2, \\
S'' &= s''x^2 + 2[2Bu'' + \tfrac{1}{3}(Au^{\text{IV}} + 5q''s)]xy \\
&\quad + [u(2ss' + 2Bq' + Cq - As^2) - hs'']y^2, \\
S''' &= s'''x^2 + 2[(q' - Aq)s' + 2(2Bq - s^2)s]xy \\
&\quad + [u(4Bq'' - Aq''' - 2q^{\text{IV}}) - hs''']y^2, \\
S^{\text{IV}} &= s^{\text{IV}}x^2 + 2[(q' - Aq)s'' + (2Bq' + Cq + 2ss' - As^2)s]xy \\
&\quad + [u''(2ss' + Cq - As^2 + 6Bq' - 4ABq) \\
&\qquad + \tfrac{2}{3}(q' - Aq)(Au^{\text{IV}} + 5q''s) + hs^{\text{IV}}]y^2, \\
S^{\text{V}} &= s^{\text{V}}x^2 + 2[(2ss' + 2Bq' + Cq - As^2)s' + (s^2 - Bq)s'']xy \\
&\quad + [(Au'' + 2u''')(2ss' + 2Bq' + Cq - As^2) \\
&\qquad + 4(s^2 - 2Bq)(2Bu'' + \tfrac{1}{3}Au^{\text{IV}} + \tfrac{5}{3}q''s) + hs^{\text{V}}]y^2; \\
Q' &= q'x^4 + 2(Ah' - 2h'')x^3y \\
&\quad + [u^2(A^2 - 12B) - 12u(Au' + qs) - 6hq']x^2y^2 + \ldots; \\
Q'' &= q''x^4 + [u(s' - As) + 4(Aq^2 - qq' + 3u's)]x^3y \\
&\quad + 3[u(2u^{\text{IV}} - u''') - 2hq'']x^2y^2 + \ldots, \\
Q''' &= q'''x^4 - 2[u(s'' + 4Bs) + 4qs^2 - 8Bq^2 - 6u's']x^3y \\
&\quad + 6(uq''s - hq''')x^2y^2 + \ldots, \\
Q^{\text{IV}} &= q^{\text{IV}}x^4 + \{u[2s(C + 3AB) + As'' - 2Bs'] \\
&\qquad + 4(q's^2 - Au's' - qss' - 2Bqq')\}x^3y \\
&\quad + [u''qs' + 6h''(2Bq - s^2) \\
&\qquad + h'(3As^2 - 4ss' - 6ABq) - 2Aps']x^2y^2 + \ldots; \\
U' &= u'x^6 + 2px^5y + [-\tfrac{2}{3}u^2s + \tfrac{5}{3}u(Ah - q^2) - 15hu']x^4y^2 + \ldots, \\
U'' &= u''x^6 + 2[u(Aq - q') - 6hs]x^5y - 5(4uh'' + 3hu'')x^4y^2 + \ldots, \\
U''' &= u'''x^6 + \{u[Aq' + q(4B - A^2) - 2s^2] + 6h(As - s')\}x^5y \\
&\quad + 5[2u(u''s + Ah'' - 2Bh') - 3hu''']x^4y^2 + \ldots, \\
U^{\text{IV}} &= u^{\text{IV}}x^6 + 2[-u(s^2 + 8Bq) + q(3Au' - 5qs) + h(2As - 3s')]x^5y \\
&\quad + 5[u(u''s + Ah'' + qq'' - 2Bh') - 3hu^{\text{IV}}]x^4y^2 + \ldots; \\
H &= hx^8 + 4nx^7y + 2(3u^2q - 14h^2)x^6y^2 + 4(u^2h' - 7hn)x^5y^3 \\
&\quad + (u^4A + 10u^3u' - 20u^2hq + 70h^3)x^4y^4 + \ldots; \\
H' &= h'x^8 + (u^2A - 18uu' - 16hq)x^7y + 14(up - 2hh')x^6y^2 + \ldots, \\
H'' &= h''x^8 + [6u^2B + 3u(2qs - Au') + 8h(q' - Aq)]x^7y \\
&\quad + [-\tfrac{2}{3}u^2q'' + \tfrac{7}{3}u(Ap - 3u''q) - 28hh'']x^6y^2 + \ldots; \\
P &= px^{10} + [-\tfrac{2}{3}u^2s + \tfrac{5}{3}u(Ah - q^2) - 30hu']x^9y \\
&\quad + 3(u^2u'' - 15hp)x^8y^2 + \ldots; \\
N &= nx^{12} + 3(u^2q - 8h^2)x^{11}y + 3(u^2h' - 22hn)x^{10}y^2 + \ldots.
\end{aligned} \right.$$

» Voici enfin les formules qui donnent la décomposition des péninvariants simples pour le cinquième ordre et cessant de l'être pour le sixième, en péninvariants simples de degrés moindres relatifs au sixième ordre [1] :

[1] Ces formules s'obtiennent facilement, de proche en proche, au moyen des syzygies

$$(22)\left\{\begin{array}{l}
(q) = \frac{1}{3}(us + q^2 - \mathrm{A}h), \quad (r) = \frac{1}{6}(uu'' + h'q - \mathrm{A}n),\\
(p) = \mathrm{A}u' - u\mathrm{B}, \quad (s') = \mathrm{B}h - u's,\\
(\mathrm{K}) = (\mathrm{A}u' - u\mathrm{B})s + (\mathrm{AB} + \mathrm{C})h - qs^2,\\
(\mathrm{L}) = (\mathrm{C} + 2\mathrm{AB})u'^2 - \mathrm{B}u'(u\mathrm{B} + 2qs) + \mathrm{B}^2hq,\\
(q') = -\frac{1}{3}(\mathrm{A}p + uq''), \quad (p') = -\mathrm{B}h' + \frac{1}{3}(\mathrm{A}h'' - 2qq''),\\
(u'') = \mathrm{B}n + \frac{2}{3}hq'' + \frac{1}{18}\mathrm{A}(uu'' + h'q - \mathrm{A}n),\\
(s'') = \mathrm{B}p + u'q'', \quad (t'') = u'u^{\mathrm{IV}} - \frac{1}{6}\mathrm{B}(uu'' + h'q - \mathrm{A}n),\\
(p'') = -\mathrm{B}(\mathrm{B}n + h''q) - \frac{1}{3}u'(\mathrm{A}u^{\mathrm{IV}} + 2q''s),\\
(p''') = -u\mathrm{B}^2q^2 + \mathrm{B}u'(2\mathrm{A}q^2 - \mathrm{B}h - 2qq') + u'^2(s'' + 2\mathrm{B}s).
\end{array}\right.$$

» En reportant ces valeurs dans les syzygies connues pour le cinquieme ordre, on obtient soit des vérifications d'identité, soit des syzygies relatives au sixième ordre.

» Tant par ce procédé qu'en combinant entre elles les syzygies des groupes (15), (16), (17) et (20), on peut obtenir un grand nombre de syzygies gauches ([1]). Voici quelques-unes des plus simples :

$$(23)\left\{\begin{array}{l}
uh'' + hu'' - ns = 0, \quad hq'' + h''q + ps = 0,\\
qs''' + q''s' - q'''s = 0, \quad u^{\mathrm{IV}}q + h''s + 3u'q'' = 0,\\
(\mathrm{A}^2 - 36\mathrm{B})n + 18u'u'' + 6hq'' - \mathrm{A}h'q + 18ps - u\mathrm{A}u'' = 0,\\
(\mathrm{A}^2 - 36\mathrm{B})p - 18u'q'' + 6h''s - 3h's' + 3q(u''' - 2u^{\mathrm{IV}}) + u\mathrm{A}q'' = 0,\\
(\mathrm{A}^2 - 36\mathrm{B})h'' + 3u''s' + q''(4\mathrm{A}q - 3q') + 3s(4u^{\mathrm{IV}} - u''') = 0,\\
q'q''' + u'''s' + 2(qq^{\mathrm{IV}} - u^{\mathrm{IV}}s') = 0,\\
uq^{\mathrm{IV}} + u'''(q' - \mathrm{A}q) + h''(s' - \mathrm{A}s) = 0,\\
hs''' - h''s' + s(2\mathrm{B}h' - u''s) = 0,\\
hq''' + ps' + q(2\mathrm{B}h' - u''s) = 0,\\
u''q' - h's' + 2(u'''q + h''s) = 0,\\
(\mathrm{A}h' - 2h'')s - u''q' + u(\mathrm{A}q'' - q''') = 0,\\
3p(q' - \mathrm{A}q) + 9h''u' + u(3\mathrm{B}h' - \mathrm{A}h'' - qq'') = 0,\\
9u'(u''' - 2u^{\mathrm{IV}}) + h''(\mathrm{A}q - 3q') + 2q(3\mathrm{B}h' - qq'') = 0.
\end{array}\right.$$

» Pour pouvoir, au moyen des expressions (21) et des syzygies données

fondamentales relatives au cinquième ordre, en partant de la formule (7) ci-dessus, qui donne la décomposition de (q). Pour les notations des péninvariants du cinquième ordre, écrits ici entre parenthèses, voir *Comptes rendus*, 19 février 1883.

([1]) C'est-à-dire dont chaque terme contient en facteur un invariant ou covariant gauche, et un seul.

ci-dessus, former un invariant ou covariant composé d'après sa seule définition, il sera le plus souvent nécessaire d'employer en outre quelques-unes des cent-cinq syzygies qui donneraient l'expression de tous les carrés et produits deux à deux des péninvariants gauches en fonction des seules formes droites. Quatre de ces syzygies ont déjà été écrites plus haut [formules (5)]; voici, parmi les autres, celles qui se présentent le plus fréquemment [1] :

$$
(24)\quad \left\{
\begin{aligned}
nh'' &= u^2(2Bh - u's) + uh(2qs - Au') + 2h^2(q' - Aq),\\
np &= u^2(u'q - \tfrac{1}{3}hs) + \tfrac{1}{3}uh(Ah - q^2) - 6h^2u',\\
nu'' &= -2u^3B + u^2(Au' - qs) + 2uh(Aq - q') - 4h^2s,\\
h'h'' &= -\tfrac{1}{3}u^2s^2 + u(\tfrac{1}{3}Ahs + \tfrac{2}{3}q^2s - hs') + 2hq(q' - Aq),\\
h'u'' &= u^2s' + 2u(Aq^2 - qq' - 3u's) - 4hqs,\\
h'q'' &= u(qs' - q's) + 2q(Aq^2 - qq' + 3u's),\\
h'u''' &= -4u^2Bs + u[2u'(2As - 3s') + q'(q' - Aq) - 2qs^2] + 2hq(As - s'),\\
h''^2 &= -uu's^2 + h[u'(As - 3s') - 4Bq^2],\\
h''p &= uq(2Bh + u's) + 3hu'(q' - Aq),\\
h''u'' &= -2u^2Bs + u[Au's + (3C + 4AB)h - qs^2] + 2hs(q' - Aq),\\
h''u''' &= +h(q' - Aq)(s' - As) + u^2B(As + 3s')\\
&\quad - u[3u'(s'' + 12Bs) + (AC + 2A^2B - 24B^2)h + Cq^2],\\
p^2 &= -u^2Bh + uu'(Ah - q^2) - 9hu'^2,\\
u''p &= 2u^2Bq + u(hs' + q^2s - Au'q) - 6hu's,\\
u'''p &= +3hu'(As - s') + 2u^2B(Aq - q')\\
&\quad + u[(q' - Aq)(2Au' - qs) + 4B(3u'q - hs) + hs'' + 2u's^2],\\
u''^2 &= -u^2(3C + 4AB) + 4us(Aq - q') - 4hs^2,\\
u''u''' &= +2hs(As - s') + u^2(AC + A^2B + 12B^2)\\
&\quad + u[Aq's + qs'' - 2s^3 - (A^2 + 4B)qs + 3(3C + 4AB)u'],\\
u'''^2 &= u[s^2(As + s') - q'(s'' + 8Bs) + 4(C + AB)qs\\
&\quad - 12(AC + A^2B + 12B^2)u'] - h(As - s')^2. \text{ »}
\end{aligned}
\right.
$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule de Lagrange déjà généralisée par Cauchy. Nouvelle généralisation.* Note de M. **Em. Barbier**.

« **1.** Lagrange a donné dans son Mémoire *sur les Pyramides* un théorème qu'il est permis de traduire ainsi, par une identité dont le sens n'est dou-

[1] Elles s'obtiennent aisément de proche en proche, par la même méthode que les syzygies de même nature relatives au cinquième ordre.

teux pour personne :

$$\begin{Vmatrix} \begin{vmatrix} b_1 c_1 \\ b_2 c_2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_1 c_1 \\ a_2 c_2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_1 b_1 \\ a_2 b_2 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} b\ c \\ b_2 c_2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ c \\ a_2 c_2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b \\ a_2 b_2 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} b\ c \\ b_1 c_1 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ c \\ a_1 c_1 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b \\ a_1 b_1 \end{vmatrix} \end{Vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b & c \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix}^2.$$

» Je laisse, à dessein, quatre signes — qu'il faudrait mettre devant quatre déterminants du deuxième degré pour avoir les éléments *adjoints* aux neuf éléments du déterminant que rappelle suffisamment le symbole abrégé $(a\ b\ c)$). *Ces signes — n'importent pas* à l'identité écrite.

» 2. Cauchy a étendu cette relation à tout déterminant $(abcd\ldots)$); donnons la formule pour quatre lettres seulement :

$$\begin{Vmatrix} \begin{vmatrix} b_1 c_1 d_1 \\ b_2 c_2 d_2 \\ b_3 c_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_1 c_1 d_1 \\ a_2 c_2 d_2 \\ a_3 c_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_1 b_1 d_1 \\ a_2 b_2 d_2 \\ a_3 b_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_1 b_1 c_1 \\ a_2 b_2 c_2 \\ a_3 b_3 c_3 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} b\ c\ d \\ b_2 c_2 d_2 \\ b_3 c_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ c\ d \\ a_2 c_2 d_2 \\ a_3 c_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b\ d \\ a_2 b_2 d_2 \\ a_3 b_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b\ c \\ a_2 b_2 c_2 \\ a_3 b_3 c_3 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} b\ c\ d \\ b_1 c_1 d_1 \\ b_3 c_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ c\ d \\ a_1 c_1 d_1 \\ a_3 c_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b\ d \\ a_1 b_1 d_1 \\ a_3 b_3 d_3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b\ c \\ a_1 b_1 c_1 \\ a_3 b_3 c_3 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} b\ c\ d \\ b_1 c_1 d_1 \\ b_2 c_2 d_2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ c\ d \\ a_1 c_1 d_1 \\ a_2 c_2 d_2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b\ d \\ a_1 b_1 d_1 \\ a_2 b_2 d_2 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a\ b\ c \\ a_1 b_1 c_1 \\ a_2 b_2 c_2 \end{vmatrix} \end{Vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b & c & d \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \end{vmatrix}^3.$$

» Je dégage encore cette identité des signes — *qui n'importent pas* à sa parfaite exactitude.

» J'ai pu généraliser encore davantage ; deux exemples suffiront à faire connaître le résultat de mon travail.

» 3. Posons

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \end{vmatrix} = \Delta.$$

» Une puissance de Δ, savoir $\Delta^{\frac{4-1}{2}\times 2}$, sera la valeur du *déterminant composé*

$$\begin{vmatrix} ab_1 - ba_1 & ac_1 - ca_1 & ad_1 - da_1 & bc_1 - cb_1 & bd_1 - db_1 & cd_1 - dc_1 \\ ab_2 - ba_2 & ac_2 - ca_2 & ad_2 - ad_2 & bc_2 - cb_2 & bd_2 - db_2 & cd_2 - dc_2 \\ ab_3 - ba_3 & ac_3 - ca_3 & ad_3 - da_3 & bc_3 - cb_3 & bd_3 - db_3 & cd_3 - dc_3 \\ a_1 b_2 - b_1 a_2 & a_1 c_2 - c_1 a_2 & a_1 d_2 - d_1 a_2 & b_1 c_2 - c_1 b_2 & b_1 d_2 - d_1 b_2 & c_1 d_2 - d_1 c_2 \\ a_1 b_3 - b_1 a_3 & a_1 c_3 - c_1 a_3 & a_1 d_3 - d_1 c_3 & b_1 c_3 - c_1 b_3 & b_1 d_3 - d_1 b_3 & c_1 d_3 - d_1 c_3 \\ a_2 b_3 - b_2 a_3 & a_2 c_3 - c_2 a_3 & a_2 d_3 - d_2 a_3 & b_2 c_3 - c_2 b_3 & b_2 d_3 - b_2 b_3 & c_2 d_3 - d_2 c_3 \end{vmatrix} = \Delta^3.$$

» On a donc numériquement

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 5 & 2 & 4 & 3 \\ 6 & 7 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 4 \end{vmatrix} = 29^3 = \begin{vmatrix} -3 & -1 & 3 & 2 & 3 & 3 \\ 1 & -2 & 1 & -3 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 4 & 2 & 4 & 4 \\ 23 & -4 & -13 & -20 & -19 & -8 \\ 1 & 7 & 14 & 2 & 5 & 7 \\ -8 & 10 & 22 & 17 & 27 & 13 \end{vmatrix}.$$

» 4. La valeur numérique 1813 est celle du déterminant

$$\begin{vmatrix} 3 & 1 & 4 & 1 & 5 \\ 9 & 2 & 6 & 5 & 3 \\ 5 & 8 & 9 & 7 & 9 \\ 3 & 2 & 3 & 8 & 4 \\ 6 & 2 & 6 & 4 & 3 \end{vmatrix} = 1813.$$

» Ses déterminants partiels du deuxième degré donnent un *déterminant composé* du dixième degré qui a pour valeur 1813^4,

$$4 = \frac{5-1}{2} \times 2 = \frac{(5-1)(5-2)(5-3)}{1.2.3},$$

	−3	−18	6	−36	−2	3	−7	14	−18	−22
	19	7	16	2	−23	−1	−31	19	−9	−26
	3	−3	21	−3	−5	6	−6	29	1	−36
	0	−6	6	−21	−2	2	−7	10	−18	−17
	62	51	38	66	−30	−26	−6	−3	27	24
$1813^4 =$	12	9	57	27	−6	6	2	33	15	−4
	6	18	6	9	0	−2	0	−6	0	3
	−14	−12	19	−7	6	50	14	51	9	−44
	−38	−24	−22	−39	30	18	6	−6	−27	−15
	−6	0	−36	−15	6	−8	−2	−36	−15	8

» Les déterminants du troisième degré, respectivement *conjugués* des premiers, donnent un déterminant qui a pour valeur 1813^6. $6 = \frac{5-1}{2} \times 3$; ou, si l'on préfère, $\frac{(5-1)(5-2)}{2.3} \times 3$; ou encore $\frac{(5-1)(5-2)}{1.2}$.

	−147	6	−48	−174	−179	60	144	56	206	−24
	15	2	0	6	39	−45	−108	−6	−30	18
	27	−6	0	30	−6	−81	−42	18	16	90
	−156	−8	−48	−168	−304	87	285	98	342	−6
	−133	−30	23	2	−141	15	36	−21	6	−6
$1813^6 =$	−63	69	99	−48	−116	−45	46	−133	38	−38
	70	192	−17	−143	−30	−5	65	−21	117	−26
	−18	−7	0	2	30	54	−24	21	−6	6
	134	24	−23	3	246	−18	−120	39	−27	21
	54	−100	−99	71	196	72	−110	226	−54	107

» 5. Le déterminant du dixième degré formé en multipliant *case à case* les deux déterminants du numéro précédent sera aussi divisible par 1813; il suffit de l'addition des cases de chaque ligne pour le démontrer. Il est bien entendu qu'on peut additionner les cases en colonnes et qu'on arrive encore à manifester le facteur 1813. Ici, il *faut* attribuer à chaque produit

un *signe théorique* (¹) *qui importe* à la valeur numérique du déterminant :

441	108	−288	−6264	358	−180	−1008	784	3708	528
−285	14	0	12	897	45	−3348	114	270	468
81	−18	0	90	30	486	252	522	−16	−3240
0	48	288	3528	−608	174	1995	−980	−6156	−102
−8246	1530	874	−132	4230	390	−216	63	−162	−144
756	621	−5643	−1296	−696	−270	−92	4389	570	−152
420	−3456	−102	1287	0	−10	0	126	0	−78
252	−84	0	14	180	−2700	−336	1071	54	−264
5092	−576	−506	−117	−7380	−324	720	234	729	315
−324	0	3564	1065	1176	576	220	−8136	−810	856

» 6. Si un déterminant est nul, le déterminant *composé de ses déterminants partiels de même degré* est aussi nul ; il en est de même, bien entendu, des *produits case à case* des déterminants partiels par les déterminants *conjugués ;* mais il faut donner à ces produits des signes convenables comme *nous l'avons fait au* n° 5. Les cas particuliers d'un déterminant nul et d'un déterminant égal à 1 ne peuvent manquer d'appeler l'attention des géomètres sur le théorème très général que nous avons deviné plutôt qu'inventé. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les rapports de l'induction avec les actions électrodynamiques et sur une loi générale de l'induction.* Note de M. **Quet.**

« Je me propose de faire voir que, à l'aide d'une seule règle générale, on peut déduire de l'électrodynamique les lois de l'induction produite par un déplacement relatif ; il suffit pour cela de résoudre le problème suivant : *Déterminer la direction et la grandeur de la force qui est appliquée à un élément de fluide électrique, lorsqu'il se meut dans le champ d'un système quelconque de courants.* La règle à laquelle je vais être conduit est celle-ci :

(¹) Le *signe théorique* dont il est question au n° 5 est le signe qu'aurait, dans le déterminant simple (du cinquième degré, dans l'exemple numérique), le *produit des termes principaux* des deux déterminants conjugués. C'est à peine si cette règle a besoin d'être énoncée pour être suivie par le lecteur.

la direction de la force d'induction coïncide avec celle de l'action électrodynamique qu'exercerait le système inducteur sur un élément de courant fictif, placé au point même du champ où se trouve l'élément induit et dirigé suivant la vitesse relative de celui-ci; son intensité est la moitié de la force électrodynamique qui agirait sur cet élément fictif, si les deux fluides qui le traversent en sens opposés avaient en somme une quantité de mouvement égale à la quantité de mouvement relatif de la masse induite.

» Considérons une masse élémentaire m de fluide électrique en mouvement; elle peut faire partie d'un fil ou d'un conducteur quelconque qui reste fixe ou qui se meut en entraînant avec lui la masse m et en lui communiquant sa propre vitesse; elle peut d'ailleurs se mouvoir elle-même dans le conducteur. Le système inducteur est fixe ou en mouvement; dans le dernier cas on peut encore le supposer fixe, pourvu que l'on applique au conducteur induit une vitesse convenable qui, en se combinant avec la vitesse absolue, produit la vitesse relative. D'après cela, nous regarderons comme fixe le système inducteur et nous attribuerons à la masse électrique m, indépendamment de sa vitesse propre dans le conducteur, une vitesse relative v dans le sens Ov, O étant le milieu de m; il suffira de considérer cette dernière vitesse, parce que, de quelque manière que l'on considère la vitesse de m, la règle s'appliquera à chacune de ses composantes.

» Je place sur la direction Ov un élément $d\sigma$ de courant fictif, dont le milieu soit en O, et dans lequel les masses m' et $-m'$ de fluides en mouvement aient les vitesses respectives $+v$ et $-v$, la masse m' étant d'ailleurs égale à m. Je désigne par p et p' les actions exercées par le système inducteur sur ces masses m' et $-m'$, et par Op la direction de la force p. Si la masse $-m'$, conjuguée de $+m'$, avait la même vitesse v que m', elle serait soumise à une force égale à p et de sens opposé à Op, c'est-à-dire à la force $-p$. Mais, comme $-m'$ a la vitesse $-v$, la force doit éprouver un nouveau changement de signe, et l'on a $p'=p$. Cela résulte du fait général de la décomposition par induction du fluide neutre, lorsqu'il se meut en présence de courants électriques, et de ce que, si l'élément $-m'$ avait simultanément les vitesses $+v$ et $-v$, il serait sans mouvement relatif et n'éprouverait pas d'induction. De ces considérations il suit que les forces p et p' ont une résultante égale à $2p$ et dirigée suivant Op. Mais cette résultante n'est autre chose que l'action électrodynamique exercée par le système inducteur sur l'élément fictif $d\sigma$; par les règles d'Ampère, on déterminera la direction OF et l'intensité F de cette action, et il est clair que OF

donnera Op et F la force $2p$, ou $\frac{F}{2}$ la force p. La force p est l'action exercée par le système sur la masse m' de l'élément fictif; mais cette masse est égale à la masse m que nous avons à considérer; elle occupe la même position qu'elle dans le champ électrique, elle a même vitesse v et même direction de vitesse Ov: p est donc aussi la force que le système inducteur exerce sur m; car cette force ne peut dépendre que des quantités ou des conditions qui viennent d'être énumérées et non de la forme de m ou de la manière dont la vitesse v lui est communiquée: le problème est donc résolu et la règle que j'ai indiquée est la conséquence immédiate de cette solution.

» Je vais maintenant donner quelques lois générales comme application de cette règle.

» Supposons que le système inducteur se compose de courants fermés quelconques. D'après la règle d'Ampère, on aura OF, en menant la direction OD de la force auxiliaire d'Ampère (OD est aussi la direction de la courbe magnétique ou de la ligne de forces au point O), le plan directeur d'Ampère, qui est perpendiculaire à OD, et dans ce plan une droite normale à $d\sigma$ ou à la vitesse Ov, à gauche de Ov personnifié et regardant OD. Quant à la force F, on a cette formule d'Ampère

$$F = J\,d\sigma\,D\,\sin\lambda,$$

où D est la force auxiliaire (on l'appelle aussi l'intensité du champ au point O), λ l'angle vOD, $d\sigma$ la longueur de l'élément du courant fictif et J l'intensité de ce courant; l'intensité J est donnée par l'équation connue $J\,d\sigma = 2mv$. Il suit de là que la force d'induction p est perpendiculaire à la vitesse et à la ligne de forces, et que son intensité est donnée par cette formule

$$p = mDv\sin\lambda.$$

» Cette loi générale de l'induction des courants fermés vient d'être démontrée en admettant sur la constitution intime des courants une hypothèse qui a cours ordinairement dans les recherches sur l'induction. Comme elle me paraît très importante, je ferai voir plus tard comment on peut l'établir sans s'appuyer, autant que possible, sur cette hypothèse.

» Lorsque la masse m se meut dans un fil bon conducteur S qui l'entraîne avec la vitesse v, on projette la force p sur l'élément ds qu'elle occupe dans ce fil, et, ψ étant l'angle que la direction Op fait avec ds, on aura pour sa composante $q = p\cos\psi$. Cette dernière force et la force analogue $-q$ appliquée à la masse $-m$ de l'élément ds détermineront la for-

mation d'un courant électrique dans le fil S supposé fermé. Si u est la vitesse de m dans le fil, $2qu\,dt$ sera le travail élémentaire des composantes q et $-q$, et l'on aura

$$dT = 2umv\mathrm{D}\sin\lambda\cos\psi\,dt = -\mathrm{J}v\mathrm{D}\sin\alpha\cos\varphi\,dt\,ds;$$

α est l'angle que ds fait avec la direction OD et φ l'angle de la vitesse v avec la normale au plan DOS.

» La formule précédente donne presque immédiatement la loi de Neumann.

» Si dT_1 est le travail élémentaire de la force électrodynamique appliquée à l'élément de fil ds, on a

$$dT_1 = \mathrm{J}\mathrm{D}v\sin\alpha\cos\varphi\,dt\,ds \quad \text{et} \quad dT = -dT_1;$$

de là cette proposition assez remarquable : pour chaque élément du fil conducteur, les travaux dT et dT_1 sont égaux et de signes contraires.

» Si l'on considère un fil rectiligne l, qui se meut parallèlement à lui-même dans un champ uniforme, en restant relié à un conducteur fixe fermant le circuit, on tirera de dT les valeurs de i et de la force électromotrice données par M. W. Thomson. On a sensiblement

$$dT = i^2\mathrm{R}\,dt$$

et, par suite,

$$\mathrm{E} = i\mathrm{R} = -lv\mathrm{D}\sin\alpha\cos\varphi.$$

Cette démonstration n'exige pas l'intervention d'un courant étranger.

» Si, dans le système inducteur, on ne considère que l'action d'un simple élément de courant (o', i', ds'), notre règle générale donne immédiatement

$$p = \frac{kmvi'\,ds'}{r^2}\left(\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\theta\cos\theta'\right), \quad q = p\cos\psi.$$

Ce sont les formules de M. Weber.

» Dans le cas où l'inducteur se compose de solénoïdes homogènes et à directrices fermées, on a $\mathrm{F} = 0$, et par suite $p = 0$; il n'y a donc pas d'induction par ce système. Cela n'aurait pas lieu si les courants variaient d'intensité. »

PHYSIQUE. — *Maxima et minima d'extinction de la phosphorescence sous l'influence des radiations infra-rouges.* Note de M. HENRI BECQUEREL.

« Dans un Travail dont j'ai eu l'honneur de présenter récemment plusieurs extraits à l'Académie ([1]), j'ai été conduit à reprendre l'étude de l'extinction de diverses substances phosphorescentes sous l'influence des radiations infra-rouges.

» Déjà, depuis de longues années, mon père ([2]) avait observé qu'en projetant le spectre solaire sur diverses substances phosphorescentes, telles que la blende hexagonale et certains sulfures de calcium, l'extinction produite par les rayons rouges et infra-rouges donnait lieu à une image noire du spectre, se prolongeant au delà de la région visible, et en avant de laquelle se trouvait une large bande d'extinction, détachée du reste de l'image. J'ai eu l'occasion d'observer que ce phénomène d'extinction inégale est variable d'une substance à l'autre, et qu'il présente diverses phases intéressantes à analyser.

» Les radiations rouges et infra-rouges agissent sur les substances phosphorescentes comme le ferait une élévation de température; lorsque ces substances sont préalablement rendues lumineuses, ces radiations provoquent l'extinction, en activant d'abord l'émission de lumière, de sorte que l'on voit apparaître successivement une image positive, puis négative du spectre infra-rouge, images plus ou moins modifiées par les effets que je vais décrire.

» Parmi les corps phosphorescents que j'ai étudiés, un des plus curieux est un sulfure de calcium très lumineux, et donnant par phosphorescence une lueur bleu clair verdâtre. Lorsqu'on projette sur ce corps un spectre lumineux, par exemple le spectre solaire, si la substance a été préalablement rendue phosphorescente, on voit tout d'abord l'image du spectre infra-rouge se détachant en clair, avec des raies noires; puis, au bout d'un instant, apparaissent de larges bandes qui deviennent vite très sombres et qui sont comprises entre les longueurs d'onde 790 et 861 pour l'une, 927 et 970 pour l'autre. Je désignerai ces bandes par ω_1 et ω_2. Entre ces deux bandes est une région que j'appellerai α, qui s'étend de 861 à 927, où la

---

([1]) Voir *Comptes rendus* du 7 janvier 1883 et 23 avril 1883.

([2]) Voir E. BECQUEREL, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I.

phosphorescence est excitée d'une manière continue, et qui se détache très lumineuse sur le fond plus obscur de la substance. Si l'on arrêtait l'action du spectre, à cet instant, on n'aurait pas une idée exacte de l'ensemble du phénomène d'extinction.

» Lorsqu'on laisse continuer l'action du spectre pendant un temps suffisant, les bandes ω_1 et ω_2 finissent par ne plus se distinguer du fond, qui devient progressivement moins lumineux. La région α et la portion frappée par le spectre depuis la bande ω_1 jusque vers la raie C, après avoir émis pendant longtemps de la lumière, s'éteignent et se détachent alors en noir sur le fond encore lumineux de la substance, présentant l'image que mon père avait observée. Au delà de la bande α on ne distingue plus d'effets d'extinction.

» Si l'on fait cesser l'action du spectre pendant la première phase du phénomène, au moment où la bande α est lumineuse entre deux bandes sombres, et si l'on vient à chauffer la substance, la phosphorescence s'avive d'abord partout, principalement dans la région excitée par le spectre. Les bandes ω_1 et ω_2 font exception; vers 40° à 50° elles émettent de la lumière bleu foncé, et se détachent avec cette couleur sur le fond qui est plus clair; vers 60° à 80° toute la masse devient bleu foncé, et se confond avec les bandes ω_1 et ω_2, qui à partir de ce moment ne se distinguent plus. La bande α et le reste de l'image du spectre émettent pendant quelque temps encore une lueur verdâtre, différente de celle que la substance non impressionnée émet à cette température, puis la lueur s'affaiblit et fait place à l'image sombre décrite plus haut.

» L'action des radiations infra-rouges, suffisamment prolongée ou combinée avec une élévation de température, a détruit la faculté qu'avait la substance d'émettre momentanément de la lumière sous l'influence des mêmes radiations, mais cette faculté n'est pas détruite dans les régions ω_1 et ω_2, non plus que dans les régions qui n'ont pas été impressionnées par le spectre.

» Tous ces effets se reproduisent du reste avec des sources lumineuses quelconques.

» Les radiations infra-rouges provoquent donc l'extinction de ce sulfure de calcium avec une intensité variable, qui paraît maximum pour la région α, entre les longueurs d'onde 861 et 927.

» Il est assez difficile de donner une explication des phénomènes produits par les radiations qui frappent les régions ω_1 et ω_2. Tout se passe comme si ces radiations amenaient très rapidement la substance à un état

d'extinction partiel, à partir duquel elles se comporteraient comme inactives sur celle-ci.

» Le sulfure de calcium, très lumineux, bleu foncé, et qu'on trouve maintenant dans le commerce, offre les mêmes particularités, mais avec une durée beaucoup moindre. A la température ordinaire, ce corps se comporte comme le sulfure bleu clair, lorsqu'il est chauffé.

» *Maxima d'extinction de diverses substances.* — Les sulfures de calcium, de strontium et de baryum, lumineux orangé, jaune ou vert, ainsi que la blende hexagonale, ne présentent pas ces phénomènes avec la même netteté, mais ils manifestent des maxima d'extinction plus ou moins marqués. Dans un Mémoire en cours de publication, j'indiquerai les limites de ces maxima, qui sont analogues aux maxima d'excitation phosphorogénique à l'autre extrémité du spectre.

» Parmi les corps que j'ai étudiés, ceux qui manifestent le plus grand prolongement dans l'infra-rouge sont aussi ceux qui sont sensibles le plus loin dans l'ultra-violet. Si pour chaque substance on prend les longueurs d'onde moyennes des régions où l'extinction est maximum dans l'infrarouge, et les longueurs d'onde moyennes de celles où l'excitation phosphorogénique est la plus grande dans les rayons violets, le produit de ces longueurs d'onde est à peu près le même pour les divers sulfures de baryum et de calcium. Les expériences présentes ne permettent pas de formuler sans réserve une règle aussi précise, et j'indique seulement ce résultat pour montrer comment les deux phénomènes paraissent liés l'un à l'autre.

» Une élévation de température, pour tous les corps étudiés, réduit la durée des diverses phases de l'extinction; en outre, elle paraît raccourcir à la fois le prolongement du spectre dans l'ultra-violet et dans l'infrarouge. Un abaissement de température après l'insolation ralentit l'émission lumineuse et prolonge considérablement sa durée.

» Lorsque le sulfure de calcium bleu clair, cité plus haut, est à une température supérieure à 60° environ, vers 100° ou même 200°, il émet par phosphorescence une lueur bleu foncé; mais cependant les rayons rouges et infra-rouges, lorsqu'ils frappent cette substance, lui font rendre une lueur bleu verdâtre, comme à la température ordinaire.

» On voit donc qu'en dehors des phénomènes généraux d'excitation temporaire et d'extinction produits par les radiations infra-rouges, et qui présentent des maxima et des minima particuliers à chaque substance, on observe des modifications profondes dans les effets obtenus, dépendant

soit de l'état physique des corps, soit de l'état d'excitation phosphorogénique où ils se trouvent, soit de la nature des radiations incidentes. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Impression automatique des dépêches téléphotiques ou transmises par la lumière.* Mémoire de M. **Martin de Brettes.** (Extrait.)

« Tout appareil imprimeur exige, pour fonctionner, le travail mécanique d'une force, qui se manifeste à propos, c'est-à-dire quand et comment le veut l'expéditeur de dépêches.

» Cette force peu considérable se réduit à l'aimantation d'un électro-aimant, et le travail mécanique à l'attraction de l'armature, dont le mouvement détermine le fonctionnement de l'appareil.

» Il suffirait, pour résoudre le problème de l'impression des dépêches téléphotiques à la station de réception, que la lumière projetée eût la propriété d'y produire pendant sa durée, qui dépend de la volonté de l'expéditeur, l'aimantation d'un électro-aimant, faisant partie d'une pile locale, ou une augmentation suffisante pour qu'il surmontât la résistance du ressort antagoniste de son armature.

» La partie éclairée du circuit de la pile devrait, par conséquent, être composée d'un corps doué de la propriété de devenir subitement conducteur sous l'influence de la lumière, et de cesser de l'être dès qu'il y serait soustrait. Il existe, comme on sait, un corps qui possède cette propriété à un très haut degré, c'est le *sélénium*.

» La lumière électrique produite à la station de réception, dans un projecteur du colonel Mangin, y serait envoyée en un faisceau de rayons parallèles et reçue sur une lentille convergente, au foyer de laquelle se trouverait fixé l'élément de sélénium, faisant partie du circuit de la pile locale qui contient la bobine de l'électro-aimant moteur du récepteur.

» L'impression des jets de lumière en traits noirs, longs et courts, conformes à l'alphabet Morse, se ferait automatiquement avec l'appareil Morse à molette. Les jets de lumière seraient envoyés par le mouvement d'un simple levier qui déplacerait un écran obturateur. L'impression des dépêches en caractères d'imprimerie se ferait au moyen d'un récepteur à cadran de Breguet, dont l'aiguille serait remplacée par une roue des types et auquel on ajouterait un mécanisme imprimeur, qui fonctionnerait au moyen d'une pile spéciale, et seulement lorsqu'on voudrait imprimer une lettre déterminée.

» La distance entre deux stations dépend de la transparence de l'air, de la latitude et, toutes circonstances égales d'ailleurs, de la quantité de lumière reçue par unité de surface quand les rayons lumineux sont parallèles. On ne connaît pas la loi de la décroissance de l'intensité de la lumière dans ce cas, mais cette décroissance dépend seulement de l'absorption par l'air; car, dans le vide, l'intensité resterait constante; de sorte qu'on ne peut déterminer, *a priori*, la distance des deux stations, pour un foyer électrique donné; il faudrait recourir à l'expérience.

» Cependant la belle expérience de M. Fizeau, pour déterminer la vitesse de la lumière, montre que la distance de deux stations pourrait être considérable, avec les puissants foyers électriques actuels, qui dépassent 2000 carcels. On sait en effet que, dans ces expériences, la lumière d'une simple lampe donnait, après un parcours de 17^{km}, un foyer brillant d'intensité très appréciable. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un moyen de constater par enregistrement continu les petits mouvements de l'écorce terrestre.* Note de M. **B. de Chancourtois.**

« A la suite d'une Communication que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 30 avril 1883, sur un moyen de prévenir les accidents de grisou, M. le Ministre des Travaux publics, désireux de ne négliger aucune des mesures propres à améliorer les conditions de sécurité dans l'exploitation des mines, m'a fait l'honneur de me confier, ainsi qu'à MM. Lallemand et Chesneau, Ingénieurs au corps des Mines, une mission ayant pour but d'examiner en Italie, où le régime des crises mécaniques du globe est depuis longtemps étudié, les appareils dits *tromométriques* et *sismographiques*, qui permettent de percevoir les plus légers mouvements du sol.

» D'après les études persévérantes entreprises depuis 1870 par les physiciens italiens, il résulte que, outre les tremblements de terre facilement perceptibles, on peut constater presque continuellement dans l'écorce terrestre de petites vibrations de formes et de directions variables, dont l'existence, révélée par le professeur P. Bertelli, à Florence, en 1870, et mise hors de doute tant par ses expériences que par celles de M. de Rossi et d'un grand nombre d'autres physiciens, est maintenant l'objet d'études systématiques centralisées à Rome, auprès de l'inspection des Mines, sous la direction de M. le professeur de Rossi.

» Ces petits mouvements, dits *microsismiques*, accompagnent d'ailleurs

des variations apparentes dans la direction de la verticale. Ces variations, déjà soupçonnées au XVIIe siècle, mises à l'étude en 1742 par l'Académie de Paris, mais sans résultats positifs, ont été démontrées en 1852 par M. Antoine d'Abbadie, qui n'a pas cessé de poursuivre depuis ses recherches sur cette matière.

» Elles ont été constatées après lui par les travaux de différents physiciens et en particulier par les études sur la verticale de M. Bouquet de la Grye, dans sa mission de l'île Campbell, en 1874.

» Le principe de tous les appareils microsismographiques italiens est le même : une succession d'impulsions très petites, mais synchrones avec l'oscillation propre d'un pendule, peut produire dans ce pendule un mouvement perceptible. De tous ces appareils, très ingénieux d'ailleurs, aucun n'enregistre le phénomène d'une façon continue, ou bien n'enregistre que l'existence du phénomène sans en pouvoir analyser ni la grandeur, ni les phases.

» Dans ses recherches sur la verticale, M. d'Abbadie fit usage de la réflexion d'un objet fixe dans un bain de mercure situé à une forte distance en contre-bas. Il observait ainsi le double de la déviation angulaire de la surface de son bain de mercure; mais cette disposition ne comporte pas d'enregistrement.

» A l'île Campbell, M. Bouquet de la Grye eut l'idée de rendre perceptibles les mouvements apparents du poids d'un long pendule, en les multipliant au moyen d'un levier très léger, à bras très inégaux : le petit bras était directement actionné par le poids du pendule; le grand, terminé par une pointe très fine, se promenait au-dessus d'une plaque métallique quadrillée en millimètres. Il est clair que l'amplification est égale au rapport des longueurs du grand bras de levier et du petit. Depuis lors, un dispositif ingénieux a permis à M. Bouquet de la Grye d'obtenir de 10″ en 10″ un enregistrement électrique des mouvements de son pendule. Ce dernier appareil à enregistrement presque continu a le seul inconvénient de développer des frottements, très faibles sans doute, mais qu'on peut supposer être de l'ordre du phénomène qu'il s'agit d'enregistrer.

» Pour se soustraire à toute influence provenant des résistances passives et pour obtenir un enregistrement continu, M. Chesneau, frappé des remarquables résultats obtenus par M. Mascart dans son électromètre atmosphérique au moyen de l'enregistrement par la photographie, a eu l'idée de prendre comme poids du pendule une lentille convergente, et de la faire traverser par un faisceau lumineux émanant d'un point fixe par

rapport au pendule, et dont l'image conjuguée, donnée par la lentille, vient se peindre sur un papier photographique. La ligne droite joignant le centre optique de la lentille au point lumineux joue le même rôle que le levier multiplicateur de l'appareil de M. Bouquet de la Grye : le mouvement apparent de la lentille est multiplié dans le rapport des distances à la lentille, de l'image et du point lumineux. La multiplication peut être rendue aussi grande qu'on le désire, et l'appareil se prête ainsi à l'étude des mouvements microsismiques aussi bien que des variations apparentes de la verticale.

» MM. Lallemand et Chesneau ont étudié la réalisation pratique de cette idée : nous nous sommes convaincus de la possibilité d'établir dans des puits de mine de longs pendules enregistreurs fondés sur ce principe. On peut avantageusement placer la source lumineuse et l'appareil enregistreur à l'extérieur du puits, de façon à supprimer toute gêne et tout danger dans le maniement de l'appareil. L'enregistrement ordinaire sur une bande de papier mobile présentant, dans l'espèce, le grave inconvénient de rendre difficile la constatation de la composante du mouvement du pendule parallèle au déplacement du papier, M. Lallemand a eu l'idée d'y substituer un enregistrement sur une feuille fixe, le temps se trouvant dans ce cas marqué sur la courbe elle-même par des éclipses convenablement espacées, déterminées automatiquement par un mouvement d'horlogerie. La courbe ainsi tracée représente donc exactement le mouvement même du pendule.

» A l'occasion de la présente Note, je ne dois pas négliger de constater que l'idée mère de ma première Communication avait déjà été produite par MM. Bertelli et de Rossi, et que, d'un autre côté, on la voit exposée dans un article du journal anglais *The Engineer* du 17 décembre 1875. »

CHIMIE. — *Sur le sulfate de thorium*. Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« M. Nilsson a publié dans les *Comptes rendus* (t. XCV, p. 727, 729 et 784, et t. XCVI, p. 346) une série de Mémoires sur la thorite d'Arendal et sur le sulfate de thorium. Occupé du même sujet depuis quelque temps déjà, j'étais arrivé aux mêmes conclusions en ce qui touche la composition de la thorite et à peu près aux mêmes conclusions relativement à la purification du thorium, sauf qu'on peut obtenir une séparation à peu près complète du thorium et des métaux de la cérite et de la gadolinite par l'ap-

plication alternative des méthodes de cristallisation fractionnée et de dissolution de l'oxalate de thorium dans l'oxalate d'ammoniaque (VOGEL, *Praktische Spectralanalyse*, p. 152). Mais l'étude du sulfate de thorium, qui était mon but spécial, m'a conduit à des résultats assez différents.

» M. Nilsson admet, comme d'ailleurs la plupart des traités de Chimie, que le sulfate de thorium possède une solubilité décroissante avec la température, en se basant probablement sur la facile solubilité du sulfate anhydre dans l'eau froide et la précipitation presque complète du thorium à l'ébullition. Or le sulfate anhydre se transformant en présence de l'eau en hydrates, c'est seulement de ces derniers qu'il doit être question, et, suivant qu'on considère un hydrate ou un autre, la solubilité en peut être très différente à une même température; enfin, à 100°, l'eau pure décompose le sulfate de thorium.

» Une solution étendue et neutre de sulfate ($\frac{1}{2}$ pour 1000), soumise à l'action de la chaleur, se trouble graduellement, et à 100° il se forme un sel floconneux basique, ainsi qu'on peut le constater sans peine en l'isolant. $0^{gr},1$ d'acide sulfurique par litre d'eau suffit à empêcher sa formation. Cette dissociation par l'eau, à peine sensible à froid, est très visible à chaud. Je n'ai pas encore terminé les analyses de ce sel. Sur les solutions concentrées l'eau chaude agit différemment. Le sulfate à $9H^2O$, mêlé à dix ou quinze fois son poids d'eau, se convertit vers 60° en une masse d'aspect cotonneux, qu'une température de 100°, maintenue vingt-quatre à quarante-huit heures, transforme en un précipité pulvérulent qui ne se redissout plus à froid comme précédemment. Le sel ainsi formé est basique et répond à la formule empirique

$$3[Th(SO^4)^2, 2H^2O + Th(SO^4)O, 2H^2O],$$

qui exige $60,18 ThO^2$; $31,68 SO^3$; $8,20 H^2O$; j'ai trouvé $60 ThO^2$; $30,80 SO^3$; $9,16 H^2O$ en moyenne.

» La quantité de sulfate restée en dissolution est des plus minimes, à peine 0,1 à 0,2 pour 100 pour les conditions précitées, et variable, du reste, avec la quantité d'eau présente. En effet, une proportion notable (3 à 4 pour 100) d'acide libre entrave beaucoup la formation de ce sel basique. Comme cette production est corrélative de la mise en liberté d'acide, il en résulte qu'en présence de peu d'eau il ne peut se former que peu de sel. Le sulfate basique de thorium est à peine attaqué par l'eau froide et même les acides n'agissent que lentement.

» La solubilité des divers sulfates hydratés est très différente; leurs so-

lutions se sursaturent très aisément, ce qui rend l'étude d'autant plus longue qu'on est peu fixé sur ces sels, sauf l'un d'eux, l'hydrate à 9^{mol} d'eau. La solubilité de ce dernier croît régulièrement avec la température. La Table suivante a été déduite du dosage de l'acide sulfurique dans des solutions ayant mis six jours à se saturer. On obtient ainsi des chiffres concordants. 100^{gr} de solution contiennent en sel hydraté $Th(SO^4)^2 9H^2O$:

A 0°	1gr,2	A 30°	2gr,5	A 54°	8 à 9gr
10	1,4	40	3,8		
20	1,7	50	6,4		

» Au delà de 55° le sulfate de thorium possède une solubilité très considérable, mais on ne peut en former une solution saturée sans qu'elle se trouble en laissant déposer l'hydrate cotonneux; à 60° cette transformation est rapide.

» Les autres hydrates de sulfate de thorium sont beaucoup moins connus. Je n'ai pas beaucoup avancé leur étude, sauf celle de l'hydrate à $4H^2O$ déjà obtenu par Chydénius et très probablement identique à l'hydrate à $4\frac{1}{2}H^2O$ de Delafontaine. J'ai obtenu cet hydrate très pur et de composition constante en maintenant à 100° et en présence d'eau acidulée d'acide sulfurique (5 pour 100) l'hydrate de thorium à $9H^2O$. Cet hydrate m'a donné les chiffres suivants pour sa solubilité. Je ne les considère que comme provisoires; car il pourrait se faire que cet hydrate, sans changer d'aspect, changeât de composition aux diverses températures, et c'est un point à éclaircir. De plus, les chiffres à haute température (60° et au delà) sont faussés par la présence d'acide sulfurique provenant de sa décomposition par l'eau. Ils indiquent cependant la marche générale de la solubilité. 100^{gr} de solution contiennent en sulfate anhydre :

A 17°	8gr,6	A 55°	1gr,9	A 95°	0gr,7
35	4,3	75	1,3	100	0,3

» Au-dessous de 17° il n'est guère possible de saturer les solutions sans qu'elles déposent d'hydrate à $9H^2O$.

» Quelque incomplets que soient ces premiers résultats, ils semblent montrer que la solution des hydrates de thorium contient à une température déterminée une quantité déterminée de chaque hydrate distinct. La proportion des différents hydrates est réglée par un équilibre mobile avec la température, ce qui permettrait d'expliquer, par la présence d'un

hydrate de plus en plus décomposable à mesure que la température s'élève, la solubilité décroissante de certains sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base dérivée de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. **ALPH. COMBES**, présentée par M. Ad. Wurtz.

« J'ai obtenu une base oxygénée dérivée de l'aldéhyde crotonique, en opérant dans les conditions suivantes :

» On fait une solution d'aldéhyde crotonique dans de l'éther anhydre, on refroidit à — 20° et l'on fait passer un courant de gaz ammoniac sec jusqu'à saturation.

» Pendant que le gaz est absorbé, il y a un dégagement considérable de chaleur et la température remonte jusqu'à 0°.

» La solution est conservée en flacons fortement bouchés et exposés à la lumière pendant deux ou trois jours. Il se forme deux couches liquides : la couche inférieure est un liquide visqueux et de couleur ambrée, la couche supérieure est de l'éther saturé de ce même corps. Soumise à la distillation, la couche inférieure abandonne d'abord de l'eau, puis passe difficilement à 200° dans le vide. Le résidu de l'évaporation de la solution éthérée passe à la même température.

» Ces deux liquides donnent à l'analyse les mêmes résultats :

	Pour 100.
H	10,40
C	61,45
Az	18,00
O par différence	10,15
	100,00

» Le corps $C^8H^{16}Az^2O$, qui peut se produire d'après l'équation

$$2(C^4H^6O) + 2AzH^3 = C^8H^{16}Az^2O + H^2O,$$

donnerait

	Pour 100.
H	10,26
C	61,53
Az	17,94
O	10,27
	100,00

» Ce corps, qui possède une réaction nettement alcaline, absorbe rapi-

dement l'eau, avec dégagement de chaleur, pour former un corps blanc cristallisé qui s'obtient facilement en ajoutant de l'eau à la solution éthérée; il y a précipitation immédiate.

» Cet hydrate, bien soluble dans l'eau, s'unit avec énergie à l'acide chlorhydrique et donne un sel qui cristallise facilement et qui, traité par le chlorure de platine, donne un chloroplatinate d'un beau jaune, assez soluble et bien cristallisable.

» L'étude de ces différents corps fera l'objet d'une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le mésitylène.* Note de MM. **Robinet** et **Colson**, présentée par M. Wurtz.

« Nous nous proposons dans cette Note : 1° de décrire un glycol nouveau; 2° de prouver que le dichlorure et le dibromure de mésitylène obtenus par l'action du chlore et du brome sur la vapeur de mésitylène sont identiques avec les éthers dichlorhydrique et dibromhydrique de ce glycol.

» *Glycol mésitylénique*, $C^6H^3\left\{\begin{array}{l}CH^2OH\\CH^2OH\\CH^3\end{array}\right\}$. — C'est un liquide incolore, visqueux, dont la densité à 25° est 1,23. Il bout à 190° sous la pression de 20^{mm} de mercure et à 280° sous la pression de 750^{mm}; mais, dans ce second cas, il se décompose partiellement avec formation d'eau et de produits de condensation solubles dans l'éther et précipitables par l'alcool de leur solution éthérée.

» Le glycol mésitylénique, très soluble dans l'alcool, l'est aussi dans deux fois son poids d'éther sec et dans vingt fois environ son poids d'eau. Sa saveur est amère.

» Il a été obtenu en saponifiant au réfrigérant ascendant 10^{gr} de bichlorure mésitylénique fusible à 41°,5 par excès de carbonate de plomb délayé dans 300^{gr} d'eau. Après six heures d'ébullition, on concentre au bain-marie, on dissout le glycol dans l'éther, on sèche et l'on distille. La portion distillant dans le vide à 190° contient encore des traces de chlore, ce qui explique les chiffres un peu faibles de la première analyse; purifié

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

par dissolution dans l'eau et séché dans le vide, il est exempt de chlore, et donne une seconde analyse satisfaisante :

	Première analyse pour 100.	Deuxième analyse pour 100.	Théorie pour 100.
C...............	70,16	70,50	71,07
H...............	7,70	7,92	7,89

» Ce glycol, traité par l'acide bromhydrique fumant, régénère le bibromure fusible à 66°,4. Donc le dichlorure fusible à 41°,5 et le bibromure fusible à 66°,4, étudié antérieurement, peuvent être considérés comme des éthers du glycol mésitylénique.

» *Diacétate* $C^6H^3 \begin{cases} CH^3 \\ (CH^2.C^2H^3O^2)^2 \end{cases}$. — On l'obtient en faisant bouillir plusieurs heures, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, un mélange d'acide acétique, d'acétate d'argent et de bichlorure. Par addition d'eau froide au liquide filtré, on sépare une huile plus lourde que l'eau, qu'on lave plusieurs fois à l'eau et qu'on dissout dans l'éther. Cette solution éthérée, séchée sur du chlorure de calcium, a été distillée sous pression réduite; à 244°, sous une pression de 120^{mm} de mercure, il passe une huile incolore, presque inodore, possédant une saveur brûlante, désagréable; sa densité est 1,12 à 20°. C'est le diacétate du glycol mésitylénique, comme le démontrent l'analyse et les réactions suivantes :

	Trouvé pour 100.	Théorie pour 100.
C...............	66,14	66,10
H...............	7,00	6,78

» Un poids connu de ce corps fut saponifié au réfrigérant ascendant par cinquante fois son poids d'eau, tenant en solution la quantité de carbonate de potasse théoriquement nécessaire à la saturation de l'acide acétique contenu dans cet éther. Par concentration au bain-marie, on obtint une huile incolore ayant la saveur amère du glycol; elle fut séparée par l'éther du sel formé, qui est de l'acétate de potasse exempt de carbonate, car, par les acides, il ne fait plus effervescence : le carbonate alcalin a donc été totalement neutralisé.

» L'huile en solution éthérée fut, après évaporation du dissolvant, traitée par l'acide bromhydrique concentré et transformée complètement en éther dibromhydrique fusible à 66°. Cette huile n'était donc autre chose que le glycol mésitylénique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur la fermentation panaire.* Note de M. **Moussette**, présentée par M. Peligot.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 28 mai dernier, M. G. Chicandard, contrairement à l'opinion généralement admise, prétend établir que la fermentation alcoolique n'existe pas dans le phénomène du levage de la pâte des boulangers et que ce levage résulte uniquement d'un dégagement d'acide carbonique (mélangé d'hydrogène et d'azote) produit par une fermentation spéciale, *une sorte de putréfaction* des matières albuminoïdes existant dans la farine.

» La théorie trop exclusive de M. G. Chicandard repose, en grande partie, sur la négation d'un fait certain : la présence de l'alcool dans la pâte fermentée. Quelques expérimentateurs ont pu échouer en distillant de petites quantités de pâte dans des appareils de laboratoire; mais, en 1854, M. Barral, dont j'étais le principal préparateur au laboratoire du *Journal d'Agriculture pratique*, eut l'idée ingénieuse de rechercher l'alcool dans la vapeur qui s'échappe d'un four pendant la cuisson du pain et me chargea d'analyser celle condensée par les parois métalliques d'un four Rolland fonctionnant à Lure (Haute-Saône). J'eus à ma disposition un litre de ce liquide; il me fut donc facile d'en concentrer l'alcool par distillation et de le doser.

» Le liquide brut renfermait 1,60 pour 100 d'alcool en volume, 0,06 pour 100 en poids d'acide acétique ($C^4H^4O^4$) et une quantité indéterminée du même acide combinée à de l'oxyde de fer provenant des parois du four, ainsi qu'à de l'ammoniaque en très faible quantité.

» Cette analyse date du 24 décembre 1854. M. Barral ne l'a peut-être jamais publiée, mais j'en ai gardé note. Il est facile, en la répétant, de se convaincre de ce fait que l'alcool est un des produits de la fermentation panaire. Est-ce à dire que, par de nouveaux aperçus, on n'arrivera pas à compléter la théorie généralement admise aujourd'hui de cette fermentation? Non, certes! et le travail de M. G. Chicandard est des plus intéressants à ce point de vue. »

BOTANIQUE. — *De la concomitance des caractères anatomiques et organographiques des plantes.* Note de M. J. Vesque, présentée par M. Duchartre.

« Je crois avoir démontré, dans une série de Mémoires qui ont paru dans les *Nouvelles Archives du Muséum* et dans les *Annales des Sciences naturelles,* qu'il existe dans la structure des organes végétatifs un certain nombre de caractères anatomiques qui coïncident avec les caractères organographiques des familles, qui doivent par conséquent concourir à la définition scientifique de ces familles et qui peuvent servir à la détermination des plantes. Quand, de la famille on descend au genre, du genre à l'espèce, ces caractères anatomiques deviennent de plus en plus nombreux, de plus en plus importants, de sorte que l'espèce est beaucoup mieux définie par l'anatomie des organes végétatifs que par l'organographie. De plus, il existe dans cette série de divisions de dignité différente deux points où des caractères anatomiques d'une nature spéciale font subitement irruption et permettent de définir les deux échelons *autrement que par rapport aux échelons immédiatement supérieur et inférieur.*

» La première de ces divisions comprend les plantes de structure organographique semblable et qui ne diffèrent entre elles que par les organes végétatifs, à l'aide desquels ces plantes sont adaptées au milieu inerte ambiant. Elle correspond, en moyenne, à l'espèce linnéenne.

» La seconde comprend les plantes de structure organographique semblable et qui en même temps présentent les mêmes organes d'adaptation au milieu inerte, quel que soit d'ailleurs le degré de développement de chacun de ces organes. Elle correspond, en moyenne, à l'espèce des botanistes modernes.

» Qu'on prenne le premier ou le second cas de ces niveaux pour celui de l'*espèce,* cela me paraît pour le moment assez indifférent. Le point intéressant, c'est que ce niveau peut être défini d'une manière absolue. Il suffit de jeter les yeux sur les très nombreuses descriptions anatomiques d'espèces appartenant à vingt-quatre familles dicotylédones que j'ai déjà publiées, pour voir avec quelle netteté ces espèces se distinguent des espèces voisines.

» Une objection que je croyais avoir prévenue s'est élevée, non contre l'emploi des caractères anatomiques dans la Botanique descriptive, mais

en quelque sorte contre la rapidité avec laquelle je les applique à la description des groupes.

» Cette objection peut se formuler ainsi : on a tâtonné longtemps pour établir la subordination des caractères organographiques et l'on tâtonnera aussi longtemps pour établir celle des caractères anatomiques.

» Il n'est pas nécessaire de tâtonner, et cela pour les raisons suivantes :

» 1° L'adaptation des végétaux au milieu inerte étant indépendante de leurs affinités naturelles, les caractères anatomiques auront d'autant moins de valeur taxinomique qu'ils appartiennent à des organes plus adaptables. Or la Physiologie et l'Anatomie végétales sont aujourd'hui assez avancées pour qu'il ne soit pas bien difficile de juger du degré d'adaptabilité d'un organe végétatif.

» 2° La classification naturelle que nous possédons, si elle n'est pas parfaite en tout point, n'est pourtant pas éloignée de la vérité, et il sera toujours facile d'*essayer* un caractère anatomique quelconque en cherchant s'il concorde ou s'il ne concorde pas avec les caractères organographiques qui ont servi de base à la classification.

» Qu'il me soit permis de donner ici quelques exemples de cette concomitance étonnante des caractères des deux ordres. J'ai déjà eu l'occasion d'en citer quelques-uns, notamment celui de l'appareil stomatique, qui dessine aussi nettement que possible la limite vague entre les Labiées et les Verbénacées (*Ajuga*, *Tencrium*, *Amethystea*).

» 1. *Pollen des composées.* — Les grains de pollen ont été étudiés dans un grand nombre d'espèces appartenant à toutes les tribus, sauf celle des Mutisiacées. Les Arctotidées n'ont malheureusement pu être représentées dans cette étude que par le *Gazania splendens*. Je me suis surtout attaché à trouver le passage entre ces diverses formes si caractéristiques.

» (*a*). Pollen ellipsoïde, à trois pores situés au fond de trois plis longitudinaux, garnis de pointes plus ou moins aiguës, plus ou moins nombreuses, sur *fond lisse*.

» *Hélianthoïdées, Inuloïdées, Sénécionidées, Hélénioïdées, Astéroïdées, Eupatoriacées, Cynarées, Calendulacées.* — Une seule exception a été trouvée dans toute cette série de tribus; elle concerne le genre *Stevia*, de la tribu des Eupatoriacées et qui forme, comme nous allons le voir, le passage aux *Vernoniacées*.

» (*b*). Pollen ellipsoïde, à trois pores situés au fond de trois plis longitudinaux, garni de pointes plus ou moins aiguës, plus ou moins nombreuses sur *fond sablé*.

» *Anthémidées.* — On n'a pas trouvé d'exception.

» (*c*). Pollen à trois pores marqués d'un réseau polyédrique formé par des lames normales à la surface, finement denticulées sur le bord libre. Polyèdre à 15 faces, dont 3 hexagonales et 12 pentagonales, ou à 21 faces dont 9 hexagonales et 12 pentagonales.

» La forme des Chicoracées à 15 faces la plus régulière a été observée dans le genre *Scolymus;* la forme la plus parfaite à 21 faces, dans le genre *Hyoseris.*

» Le passage de l'une à l'autre de ces formes se fait de la manière suivante : les trois arêtes culminantes polaires s'épanouissent de manière à former par leur ensemble une face polaire, fortement cutisée et garnie de pointes, de forme hexagonale irrégulière, à côtés alternativement grands et petits et curvilignes (*Sonchus, Hedypnois,* etc.); à un degré plus avancé, le grand axe du grain de pollen étant beaucoup plus long que le petit, cette face polaire est remplacée par un trièdre inverse de celui qui est situé au-dessous et qui transforme 3 faces pentagonales en faces hexagonales. Le genre *Tolpis* seul fait exception, en formant le passage de cette forme à la forme *a.*

» (*d*). Pollen à peu près semblable à celui des Chicoracées, mais les arêtes qui séparent les faces hexagonales (portant les pores) des faces pentagonales qui sont situées deux à deux, l'une au-dessus, l'autre au-dessous, étant avortées, le polygone compliqué à angles rentrants qui résulte de la fusion de ces 3 faces n'est pas cutisé; il forme les plis du grain de pollen, de sorte que nous avons ici le passage entre le polyèdre sans plis des Chicoracées et l'ellipsoïde à 3 plis des Hélianthoïdées.

» *Vernoniacées.* — (*e*). Pollen semblable à celui des Chicoracées, mais à arêtes *non denticulées. Gazania.*

» Dans le *Stevia Eupatoria,* le pollen est sphéroïde, à 3 plis correspondant à ceux des Vernoniacées, buttant contre 2 faces polaires semblables à celles des *Sonchus* et laissant entre eux 3 surfaces bombées, cutisées et correspondant chacune aux 2 faces hexagonales superposées des Vernoniacées, mais fusionnées par l'effacement de l'arête séparatrice.

» Les *Tolpis* présentent un pollen semblable à la forme *a.* Cette exception est très remarquable, parce qu'elle coïncide avec le dimorphisme très prononcé des fleurs ligulées, dimorphisme qui conduit évidemment à la forme des capitules des Corymbifères. »

GÉOLOGIE. — *Sondage de Rilhac (bassin de Brassac)*. Note de M. **Grand'Eury**, présentée par M. Daubrée.

« Le sondage de Rilhac, situé à l'est d'Arvant, à au moins 2^{km} au sud-sud-est de Vergongheon, se trouve ainsi éloigné de 3^{km} à 4^{km} des travaux d'exploitation de Bouxhors et de la Taupe.

» Commencé dans le terrain tertiaire, il a atteint le terrain houiller le 19 avril dernier, après avoir traversé seulement 86^{m} d'argiles et de grès plus ou moins argileux en bancs horizontaux. Le terrain houiller est formé de grès quartzeux et de schiste foncé, dans lequel on reconnaît facilement des *cordaïtes* et des radicules; les roches traversées de 86^{m} à 110^{m} ressemblent à celles des faisceaux productifs du bassin de Brassac.

» Il avait déjà été fait, à plusieurs reprises, des recherches à travers les dépôts tertiaires pour retrouver au-dessous le prolongement du terrain houiller. La plus ancienne de toutes est le sondage de Lempdes, entrepris vers 1840 sous l'initiative de M. Baudin; ce sondage, situé à environ 1^{km} à l'ouest de Vergongheon, a été arrêté à la profondeur de $223^{m},60$ dans le terrain tertiaire. Le puits de Vergongheon, foncé vers 1857 et continué par un sondage, n'a rencontré le terrain houiller qu'à 285^{m} de profondeur, et n'a été poussé dans ce terrain que jusqu'à 320^{m} à travers des couches presque verticales. Le puits de Frugères, de 153^{m} de profondeur, exécuté vers la même époque, tout près des affleurements du terrain houiller, est resté dans le terrain tertiaire. Ce puits a ainsi révélé une chute de terrain houiller sous le terrain tertiaire, d'une amplitude telle, que ce dernier terrain prend presque tout à coup une épaisseur de 300^{m}. Cette constatation, jointe aux dégagements d'acide carbonique, était peu encourageante : aussi, depuis plus de vingt ans, a-t-on cessé de rechercher sous le terrain tertiaire la partie cachée du bassin de Brassac.

» On n'avait pas eu l'idée de faire des tentatives sur l'aile est du bassin, que l'accident de Frugères ne paraît pourtant pas pouvoir affecter; on redoutait surtout la butte primitive de Lugeac, que l'on croyait postérieure à la formation houillère.

» Cependant, si l'on examine attentivement les abords de cette butte et ses rapports avec le terrain primitif, on peut croire qu'elle correspond simplement à une petite avancée de ce terrain dans le bassin de dépôt pendant la formation houillère même; on peut d'ailleurs observer, en montant au château de Bergonade, que les couches relevées par ladite butte

tournent au sud-sud-est, parallèlement à la ligne d'ennoyage de Bouxhors et à l'Allier.

» Ceci reconnu, et remarquant, d'un autre côté, que les couches de houille se rapprochent dans la direction du sud-sud-est et fournissent du charbon plus gras qu'à l'aile ouest du bassin, on n'a pas craint d'entreprendre à la fois, sur le plateau non concédé qui s'étend de Lubière à Rilhac jusqu'à la route de Brioude, un puits à Lubière, à la recherche du prolongement des couches de Bouxhors et de la Taupe, et un sondage à Rilhac, placé deux fois plus loin des exploitations qu'aucune des recherches faites jusqu'à présent.

» Ce sondage a réussi au delà de toute espérance, en constatant, à une faible profondeur, un terrain houiller productif.

» Le puits moins avancé n'a pas encore abouti. »

GÉOLOGIE. — *Sondage de Toussieu (Isère)*. Note de M. **Grand'Eury**, présentée par M. Daubrée.

« Le sondage de Toussieu a reconnu les terrains suivants :

» 1° De 0^m à 31^m de profondeur, des alluvions anciennes quaternaires, formées principalement de gravier ;

» 2° De 31^m à 258^m, la mollasse marine, composée de sables plus ou moins argileux et de marnes, alternant en bancs nombreux ;

» 3° De 258^m à 267^m, des marnes et calcaires d'eau douce ;

» 4° De 267^m à 322^m, un terrain rouge éminemment ferrugineux, comprenant à la partie supérieure une couche de minerai de fer et de manganèse ; au milieu, une brèche ferrugineuse et à la base des argiles jaunes ;

» 5° Au-dessous de cette formation, le sondage est entré dans le terrain houiller : il est actuellement à la profondeur de 364^m et traverse un massif de beau grès.

» Le sondage de Toussieu a ainsi recoupé cinq formations différentes : les deux premières ne se composent que de dépôts détritiques ; la troisième est en partie calcaire ; la quatrième est d'origine geysérienne ; la cinquième est le terrain houiller caractéristique.

» Les couches des quatre premières formations sont horizontales ; celle du terrain houiller, au contraire, sont assez fortement redressées.

» Le sondage de Toussieu a été commencé après que celui de Chaponay a eu découvert le terrain houiller à la profondeur de 212^m, immédiatement au-dessous de la mollasse marine.

» Ces deux sondages, situés à 3500^{m} l'un de l'autre, ont été faits pour découvrir le prolongement du bassin houiller de la Loire sous la plaine tertiaire du Bas-Dauphiné septentrional. Ils sont placés l'un au nord et l'autre au sud de l'axe moyen de ce bassin.

» D'autres sondages avaient été faits entre Chaponay et Communay : ce sont ceux de Simandre et de Marennes; mais, soit que leur position fût trop au sud, soit qu'ils fussent tombés sur les dérangements occasionnés par la croupe qui descend du Pilat dans la direction de Seysaal, ils ont échoué ou n'ont pas abouti.

» Cela n'a pas empêché d'entreprendre plus à l'est, à 12^{km} et 15^{km} du Rhône, ceux dont il est question. On a été encouragé par les deux considérations suivantes :

» 1° Le terrain houiller de Ternay à Communay, en avançant vers l'est, va s'améliorant comme régularité et comme richesse en même temps qu'il prend plus de largeur et d'épaisseur, avant de se dérober sous le terrain tertiaire.

» 2° La flore fossile de Communay et la conservation des empreintes végétales dénotent une formation nouvelle et étendue, qui n'a pas de rapport géogénique avec celle de Rive-de-Gier et de Givors.

» L'énorme enfoncement de la vallée où a pris naissance le bassin de la Loire permettait de plus d'espérer un terrain supérieur à celui de Communay, et par suite des houilles différentes de celles qui y sont exploitées.

» Et, par le fait, les sondages de Chaponay et de Toussieu se poursuivent dans un terrain houiller peu métamorphisé, renfermant du charbon gras, tandis qu'à Communay le charbon est anthraciteux.

» Peut-être même existe-t-il, caché sous la mollasse, un nouveau bassin houiller entre les mines de Communay et le village de Chamagneu, où un soulèvement de granite a ramené au jour du grès et schiste avec filets de houille comme témoins du prolongement de la formation houillère vers la Suisse.

» C'est une question qui sera résolue par les sondages de Chaponay et de Toussieu et par ceux que l'on se propose de faire du côté de Grenay. »

GÉOGRAPHIE. — *Résultats scientifiques des voyages du colonel Prejévalsky et particulièrement du troisième voyage dirigé au Thibet et aux sources du fleuve Jaune* ([1]). Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Daubrée.

« Trois voyages de M. Prejévalsky dans l'Asie centrale, exécutés par lui en 1870-73, en 1876-77 et en 1879-80, ont eu pour but l'exploration de ce pays vaste, difficilement accessible et peu connu, non seulement dans le sens géographique et topographique, mais aussi au point de vue des Sciences naturelles et physiques. Les relations des deux premières expéditions étant déjà connues du monde savant, je me bornerai à signaler très sommairement à l'Académie quelques-uns des résultats de la troisième expédition.

» 1. La région explorée par l'intrépide et infatigable voyageur russe est très vaste. Commençant ordinairement ses travaux dès la frontière méridionale de la Sibérie, à Zaïssansk ou à Kiakhta, il les a continués, tantôt dans la direction des monts de Khingan, qui séparent la Mongolie de la Mandchourie, tantôt vers le bassin du Tarim et du Lob-nor, tantôt vers les sources du fleuve Jaune, tantôt enfin dans les hauts déserts du Thibet. Les limites extrêmes de ses voyages sont comprises entre 32° et 50° de latitude nord et entre 78° et 117° de longitude est de Paris, sans compter un voyage à part, dans le bassin du fleuve Oussouri (1868). C'est donc un pays quinze fois plus grand que la France. Voici quelques résultats de ces explorations.

» 2. Pour la *Géographie* proprement dite, M. Prejévalsky a parcouru 23530^{km}, et il a fait 12125^{km} de levers topographiques. Ces levers sont appuyés sur plusieurs dizaines de points astronomiques, et la latitude de 48° a été déterminée par lui-même. La position du Lob-nor, la configuration du Khoukhou-nor, la topographie du Zaïdam, le tracé sur la Carte de nombreux chemins dans le Gobi, etc., sont des acquisitions précieuses dont la science géographique est redevable à M. Prejévalsky. Les nombreuses déterminations d'altitude, au nombre de deux cent douze, nous montrent que l'Asie centrale est bien une série de hauts plateaux, couronnés par d'énormes chaînes de montagnes. Le Thibet septentrional, visité par notre voyageur en 1872-73 et en 1880, présente surtout d'immenses

([1]) Saint-Pétersbourg, 1883.

plateaux de 3500^m de 4000^m et même de 4500^m d'altitude, sur lesquels s'élèvent encore des chaînes de montagnes de la hauteur de 5000^m à 6000^m audessus de l'Océan. Quinze ou vingt de ces chaînes colossales, Altyn-tagh, Foray, Bourkhan-bouda, Chouga, Tan-là, Nan-chan, celles de Humboldt, de Ritter, de Marco-Polo, etc., n'étaient pas connues des géographes avant le voyage de M. Prejévalsky.

» En examinant ces montagnes au point de vue de la *Géologie*, le voyageur russe a d'abord reconnu l'existence des glaciers dans le nord du Thibet, où ils sont très rares de nos jours. Cependant, antérieurement, ils y ont eu un grand développement, à en juger par les surfaces polies qui en sont la manifestation. Il est aussi persuadé qu'à présent ce sont les influences atmosphériques qui occupent la première place parmi les agents de la décomposition des roches et de la transformation des montagnes.

» Cette influence géologique des vents a été suivie par M. Prejévalsky dans une autre série de phénomènes, notamment dans la formation des plaines entre les montagnes. La quantité de poussière soulevée par ces tempêtes dans l'Asie centrale est souvent si considérable qu'elle remplit les ravins, les gorges et les vallées les plus profondes.

» A l'altitude de 5000^m, des sources chaudes d'une température de $+52°$ sont signalées au Thibet par le même voyageur.

» 3. Pour la *Climatologie* de l'Asie centrale, le principal fait établi par M. Prejévalsky est celui de l'existence des tempêtes périodiques dans les déserts peu élevés et sur les hauts plateaux. Dans la Dzoungarie, il a observé presque chaque jour, après midi, une forte tempête, sans éclair, venant toujours de l'ouest ou du nord-ouest; sur les plateaux du Thibet, les mêmes ouragans arrivaient ordinairement de l'ouest ou du sud-ouest. Ce sont de vraies *brises*, dont la cause est, selon M. Prejévalsky, la différence de température à l'est et à l'ouest du point d'observation, différence produite par la rapidité de l'échauffement du sol et de l'atmosphère dans les pays qui se trouvent à l'est de l'observateur.

» Le voyageur russe a réussi à déterminer les limites de l'influence sur le climat asiatique de deux moussons qui y pénètrent de temps en temps. Cette limite se trouve aux environs des sources du Hoang-ho, de sorte que l'on y trouve les dernières traces du mousson sud-ouest, provenant de l'océan Indien, et du mousson est qui souffle du côté du Pacifique et traverse la Chine.

» Les observations du thermomètre, qui étaient faites régulièrement trois fois par jour, nous donnent une juste idée sur les changements de tempéra-

ture par heure ou par saison. Comme on pouvait le prévoir dans une région aussi continentale, ces changements sont extrêmement brusques : de froids de — 30° on passe souvent, en dix ou douze heures, à la chaleur de + 20°. Il est cependant remarquable que des changements si rapides de température n'aient pas été préjudiciables à la santé des hommes, d'autant plus que les changements d'altitude par lesquels ils passent sont moins considérables. Pendant plusieurs mois que M. Prejévalsky et sa suite ont passé dans le Thibet, il n'y a pas eu de malades, et cela, malgré la sécheresse extrême de l'atmosphère qui descendait parfois à 1° d'humidité d'après le psychromètre.

» Parmi les autres observations météorologiques, on peut citer aussi comme fort intéressantes celles qui concernent les tourbillons de poussière. Les différentes formes de ces tourbillons, représentées sur un dessin spécial, nous rappellent les trombes océaniques : la poussière y monte de bas en haut, souvent en spirale.

» 4. Pour la *Géographie des organismes vivants,* animaux et végétaux, M. Prejévalsky a recueilli une quantité de faits de très grand intérêt. Ses collections contiennent :

		Exemplaires.
90	espèces de Mammifères	408
400	» d'Oiseaux	3425
50	» de Reptiles	976
53	» de Poissons	423
?	» d'Insectes	6000
1500	» de Plantes	12000

Il a découvert les chameaux et les chevaux sauvages, les oies des montagnes et plusieurs autres espèces caractéristiques pour l'Asie centrale. La distribution géographique des animaux et des plantes a été l'objet des études spéciales du voyageur, qui est naturaliste consommé. Dans les déserts du Thibet, il a observé souvent les troupeaux de quadrupèdes sauvages paissant ensemble, malgré la différence d'espèces et de genres. Ces animaux, parmi lesquels se trouve le yack, sont tellement peu habitués aux hommes qu'ils ne s'en effrayent pas, même après plusieurs coups mortels de fusil.

» 5. Enfin, pour l'*Anthropologie*, les voyages de M. Prejévalsky ont procuré beaucoup de données sur des races humaines à peine connues de nom ou même complètement inconnues, comme les Yégraïs, les Daldis, les Khara-Tangoutes. Les Daldis, habitants du pays au nord des sources du fleuve Jaune, sont surtout intéressants parce qu'ils paraissent être proches parents

des Dardis des bords de l'Indus. Or ces derniers appartiennent à la race arienne, tandis que les Daldis peuvent être classés, de nos jours, parmi les peuplades mongoles. Il y a donc une trace de la communauté d'origine de deux races, qui justifie peut-être la tradition des Chinois, d'après laquelle leurs propres ancêtres (« cent familles ») étaient des émigrés d'un pays occidental. »

M. Daubrée fait remarquer l'importance pour les géologues des observations de M. le Colonel *Prejévalsky*, en ce qui concerne l'action de l'atmosphère sur les roches et la transformation qu'elle fait subir aux montagnes.

« Le granite, le gneiss et toutes les roches qui constituent les massifs élevés du Thibet sont nécessairement, comme partout, coupés en tous sens par d'innombrables cassures ou lithoclases. Ces cassures, que de brusques et fréquents changements de température, ainsi que les pluies de l'été, tendent sans cesse à élargir, préparent les roches à une désagrégation. D'un autre côté, les vents, toujours d'une extrême violence, qui règnent ordinairement sur les hauteurs du Thibet, mettent en mouvement tous ces débris pierreux, de dimensions diverses, qui se meuvent alors sous l'impulsion du vent, dans des conditions analogues à ce qui se passe sous l'action de l'eau en mouvement. En frottant ainsi les uns contre les autres, les fragments de roches, gros et petits, s'usent et, émoussant leurs arêtes, se transforment en véritables cailloux, ainsi qu'en sables et en poussières fines. Parmi ces produits d'usure, les plus menus, le gravier et le sable, ne restent pas sur place : ils sont emportés par ces mêmes courants aériens. C'est ainsi que des tourmentes atmosphériques incessantes démolissent et rasent les sommets des montagnes et les transforment en des plateaux couverts de cailloux et de gravier, en formant des produits de trituration comme ceux que nous sommes habitués à voir produire à l'eau. Ces tempêtes empêchent en même temps les plantes de s'y enraciner.

» C'est dans ces circonstances encore que s'élaborent les éléments du limon connu sous le nom de *loess*, qui, en Chine, se présente avec des dimensions bien autrement considérables qu'en Europe, comme nous l'ont appris l'abbé David et M. de Richthofen. L'intrépide voyageur russe nous apporte, sur son origine et son mode de formation, des données précieuses, en surprenant sa formation dans les régions les plus élevées. Aux sources du fleuve Jaune, il a observé des dépôts de cette poussière sur une grande épais-

seur. Durcies sous l'influence des eaux atmosphériques, ces poussières se consolident sous forme de loess, qui devient assez cohérent pour présenter d'énormes escarpements à pic et des gorges d'une grande profondeur. M. Prejévalski a observé plusieurs gorges semblables au sud-ouest de Sininfou, où le Hoang-ho lui-même coule à travers une plaine composée de loess, de telle sorte que la rivière occupe le fond d'une espèce de couloir de plusieurs centaines de mètres de profondeur, dont les parois sont verticales. Des dépôts d'un loess composé des mêmes éléments que le sol du désert se rencontrent à des hauteurs de 3600^m au-dessus de l'Océan.

» Charrié par le vent qui l'a produit, le loess vient donc remblayer des vallées profondes où il se fixe et se consolide sous l'action des eaux [1]. »

M. **Dumas** fait remarquer l'analogie qui existe entre les importantes observations de M. Prejévalski et quelques phénomènes observés en Auvergne : savoir, l'enfouissement, sous les sables apportés par les vents, du temple de Mercure placé au sommet du puy de Dôme; la certitude acquise par M. Alluard que la fertilité de la Limagne est due, pour une part sérieuse, à la poussière incessamment répandue sur cette plaine par les courants d'air qui ont parcouru les terrains volcaniques voisins.

M. **Chevreul**, à propos de la Communication précédente, présente les remarques suivantes :

« Je profite de la Communication de M. Daubrée et des réflexions de M. Dumas relatives aux observations si intéressantes du directeur de l'Observatoire de Clermont, M. Alluard, sur l'influence des poussières provenant des montagnes dominant la Limagne et faisant évidemment par leur composition l'office de véritables engrais. Si ces observations intéressent la production agricole, elles me suggèrent la pensée de présenter à l'Académie des observations sur des expériences auxquelles je soumets des poussières de guano provenant de traitements prolongés à la vapeur d'eau et de macérations successives dans l'eau froide durant plusieurs années.

» Ces résidus de guano présentent un mélange de poussières fort divisées et de parties de la grosseur de sciures de bois coloré en brun.

---

[1]) Il est juste de rappeler à cette occasion les travaux de M. Virlet d'Aoust sur l'alluvionnement atmosphérique qui recouvre les hautes montagnes du Mexique d'une calotte continue de véritable loess.

» J'ai fait des observations précises, susceptibles dès à présent d'être données comme vraies, parce qu'elles ont la sanction d'expériences contrôlées ; les voici :

» Le résidu du guano brun soumis durant quatre jours, au sein de l'eau bouillante, à la vapeur d'eau, laisse dégager de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, de l'acide avique et très probablement quelques autres corps volatils qu'on recueille dans un appareil de condensation. Quant au résidu du guano soumis à ce traitement, il est encore pendant quelques années traité par des macérations dans l'eau froide ; puis le résidu indissous est versé dans un verre conique qu'on expose à l'air. Peu à peu le résidu se sèche et présente un cône dont les particules sont assez adhérentes : c'est ce cône qui est placé sur une toile de platine très fine, sous laquelle se trouve une série de cercles de papier à filtrer (Berzelius) qui transmet au cône de guano de l'eau qui lui parvient ainsi par attraction capillaire.

» Le cône de guano est placé dans l'intérieur d'une cloche tubulée, reposant sur le plateau circulaire mobile d'une machine pneumatique, afin de le mettre à l'abri des poussières atmosphériques, tout en permettant l'évaporation de l'eau qui arrive à la surface du cône.

» Voici les phénomènes qu'il présente sous l'influence de l'eau qu'il reçoit par affinité capillaire.

» La surface du cône présente partout des parties hémisphéroïdales qui grossissent et finissent par s'ouvrir et présenter la forme d'un cratère volcanique, et c'est peu à peu qu'apparaissent des cristaux incolores qui sont de *véritables efflorescences*, comme je le présumais.

» Aujourd'hui il est hors de doute, pour moi, que des matières pulvérulentes, obéissant à une force sur la nature de laquelle je me garde de me prononcer en ce moment, se réunissent de manière à présenter une suite de formes diverses, à l'instar d'un être vivant ; mais qu'on ne m'attribue pas la pensée, absurde à mon sens, de comparer les phénomènes de matières mortes à l'admirable harmonie que présente l'*être vivant* qui, observé par un naturaliste habile, a sa place dans un règne d'êtres organisés, et auquel est attribuée la faculté de procréer des êtres identiques à lui-même.

» Un certain nombre de poussières diverses présentent des phénomènes tout à fait analogues à ceux du guano dont je viens de parler ; le cas est donc général.

» Mais est-ce là tout ce qui se rattache à des travaux antérieurs dont l'Académie a eu connaissance? Non ; des analogies les relient aux acides que

j'ai signalés, il y a longtemps, dans l'eau où des cadavres ont séjourné pour servir aux études des élèves en Médecine. Si les phénomènes que présentent ces acides dépendent des actions chimiques, ils diffèrent sous ce rapport de ceux du guano dont j'ai parlé, qui en semblent indépendants, et pourtant ils s'en rapprochent, puisque M. Elie de Beaumont a comparé des cristallisations de ces acides des cadavres unis à la baryte à un de ces sels à l'intérieur de l'Etna, comme le constate son observation citée au *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 1er semestre de l'année 1872, t. LXXIV, p. 773.

» Mais je finis cette Communication en disant que, depuis quinze jours, l'étude du cône de guano mis en expérience m'a permis d'observer des phénomènes si imprévus que je n'ai pas osé jusqu'ici les communiquer à qui que ce soit, ne voulant le faire qu'à l'époque où je pourrai dire s'ils *sont vrais* ou *ne le sont pas*.

» Ce sont surtout les études prolongées du savant dans son laboratoire qui le conduisent à découvrir des vérités inattendues si, dans une longue carrière, la Providence lui a accordé la santé et l'amour du vrai. En recommandant cette réflexion à M. Dumas, j'espère que, dans les circonstances où je me trouve, il ne la jugera pas avec indifférence. »

M. **Déclat** transmet à l'Académie une Lettre que M. de Lacaille lui a adressée de Rio-de-Janeiro, à l'occasion de guérisons obtenues chez des malades atteints de la fièvre jaune et traités par l'acide phénique et le phénate d'ammoniaque. M. de Lacaille fait connaître en même temps les essais de vaccination qu'il a tentés sur l'homme à l'aide d'un ferment affaibli et présumé de la fièvre jaune.

M. J. **Peroche** adresse une Note sur les variations avec le temps des températures dans nos deux hémisphères.

M. Ant. **Cros** adresse à l'Académie une Note portant pour titre : « Les conditions générales de la percussion organographique ».

M. G. **Martin** adresse une Note « Sur le rapport qui existe entre une variété de kératite et l'astigmatisme de la cornée ».

M. **Hochereau** adresse un Mémoire sur les causes des explosions des chaudières à vapeur.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juin 1883.

(Suite.)

Bulletin astronomique et météorologique de l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro, mars 1883, n° 3. Rio-de-Janeiro, Lombaerts, 1883; in-4°.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino; serie seconda, t. XXXIV. Torino, E. Loescher, 1883; in-4°.

Intorno alla vita del com. Alessandro Cialdi, capitano di vascello. Lettera dell'ing. cav. C. Ravioli. Roma, 1883; gr. in-8°. (Estratto dal giornale *Il Buonarroti.*)

Estudos sobre as provincias ultramarinas; por J. de Andrade Corvo; vol. I, Lisboa, 1883; in-8°.

Generalizzazione del teorema di Pohlke. Nota dell'ing. D.-S. Vecchi. Milano, 1883; br. in-8°.

Miscellanea lepidopterologica. Contribuciones al estudio de la fauna argentina y paises limitrofes; por el Dr C. Berg. Buenos-Aires, Imp. Pablo et Coni, 1883; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 juin 1883.

Détermination des différences de longitude entre Paris-Berlin et Paris-Bonn; par MM. Loewy, Le Clerc et de Bernardières. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 16e année, 1882. Toulouse, Imp. Durand, Fillous et Lagarde, 1882; in-8°.

Etude sur le néoplagiaulax de la faune éocène inférieure des environs de Reims; par M. le Dr Lemoine. Lagny, Imp. F. Aureau, 1883; br. in-8°.

Le baromètre appliqué à la prévision du temps en France; par J.-R. Plumandon. Paris, J. Michelet, 1883; in-12.

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels; par J. Post, traduit de l'allemand par L. Gautier et P. Kienlen; fasc. III, p. 321 à 480. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Geneve; t. XXVIII, 1re Partie. Genève, Cherbuliez et Georg, 1882-1883; in-4°.

Etude sur le crâne du porc des Terramares; par M. P. Strobel. Turin, Imp. Camilla et Bertolero, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Archives italiennes de Biologie.*)

Federico Delpino. *Teoria generale della fillotassi.* Genova, Imp. Armanino, 1883; gr. in-8°. (Extrait des *Atti della R. Universita di Genova.*) (Présenté par M. Van Tieghem.)

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; 11 januar-26 april 1883. Berlin, 1883; 15 liv. gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 juin 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CV. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Traité de Botanique; par M. Ph. Van Tieghem; fasc. VII et VIII, p. 993 à 1312. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XIX, 3e série, année 1882. Troyes, L. Lacroix, 1883; in-8°.

La Médecine publique en Angleterre; par W. Douglas Hogg. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Mémoires de la Société linnéenne du nord de la France; année 1883. Amiens, Imp. Delattre-Lenoel, 1883; in-8°.

Société centrale d'Agriculture de l'Hérault. Vignes américaines. — Irrigations. — Sulfure de carbone. — Sulfocarbonate de potassium, — Réunions publiques organisées par la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault à l'Ecole d'Agriculture de Montpellier le 5, *le* 6 *et le* 7 *mars* 1883. Montpellier, typogr. Grollier, 1883; in-8°.

Considérations théoriques et pratiques sur les phénomènes de l'induction électromagnétique appliquée aux types des machines les plus répandues; par M. Le Goarant de Tromelin. Paris, Gauthier-Villars, 1883; br. in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire du noyau dans l'épithélium auditif des Batraciens; par J. Chatin. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Traité des signes de la mort et des moyens de prévenir les inhumations prématurées; par E. Bouchut; 3e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-12.

Les compteurs d'eau; par Ch. André. Paris, publications du journal *le Génie civil*, 1883; br. in-8°.

L'obésité et son traitement; par le Dr W. Ebstein, traduit de l'allemand, sur la 4e édition, par le Dr L. Culmann (de Forbach). Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le prof. Dr Th. Bredichin; vol. IX, 2e liv. Moscou, A. Lang, 1883; in-4°.

Almanaque nautico para 1884. Barcelona, Ramirez y Ca, 1882; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 14 mai 1883.)

Page 1441, ligne 27, *au lieu de :*

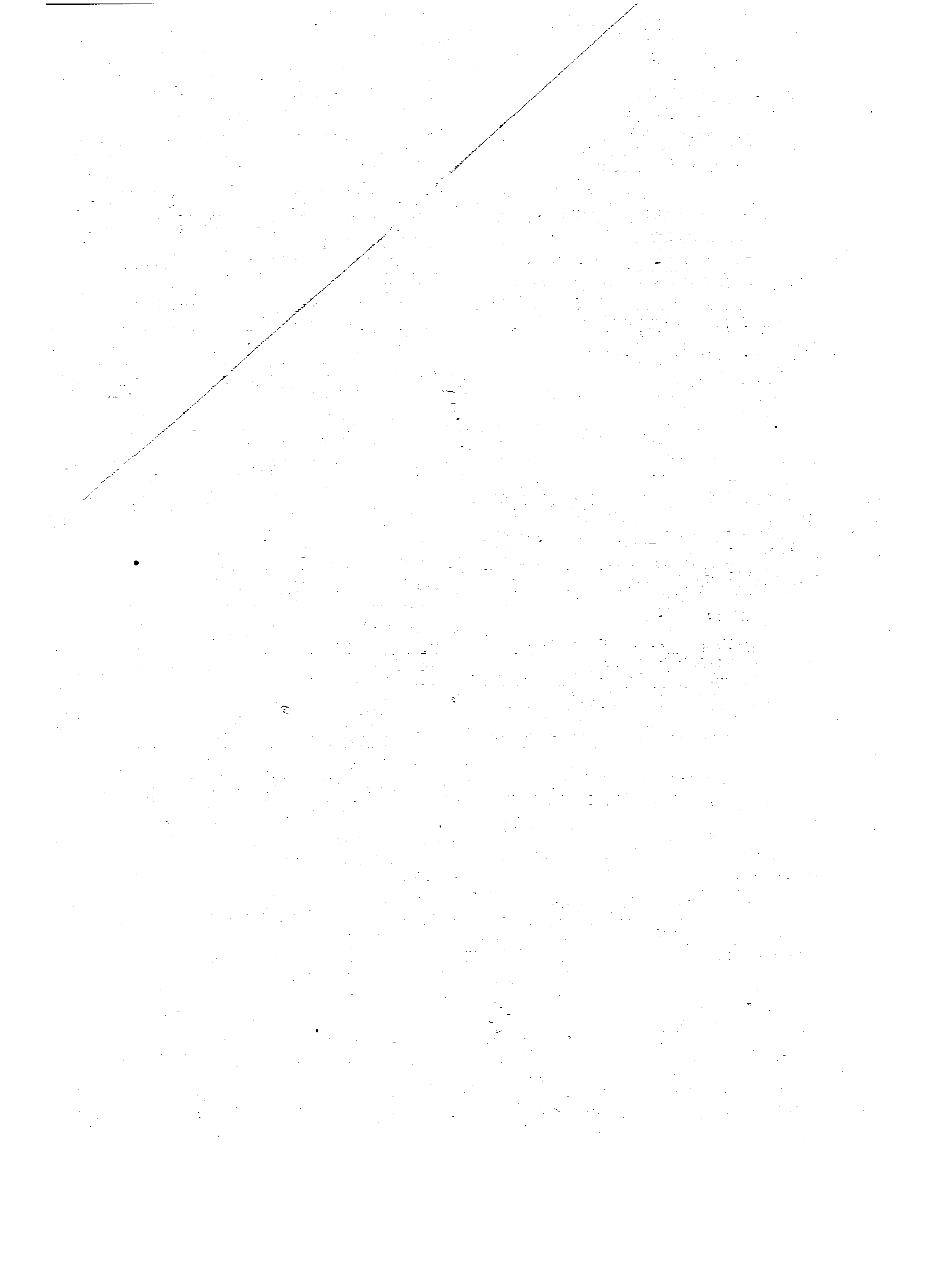
» Nous avons beaucoup insisté sur ce point, *parce qu'il nous semble résumer en lui tout l'intérêt de la question*. C'est, en effet, dans ce point que réside l'invention. »

Lisez :

» Nous avons beaucoup insisté sur ce point, *parce qu'il nous semble résumer en lui tout l'intérêt de la question.* »

» C'est, en effet, dans ce point que réside l'invention.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-SEIZIÈME.



TABLES

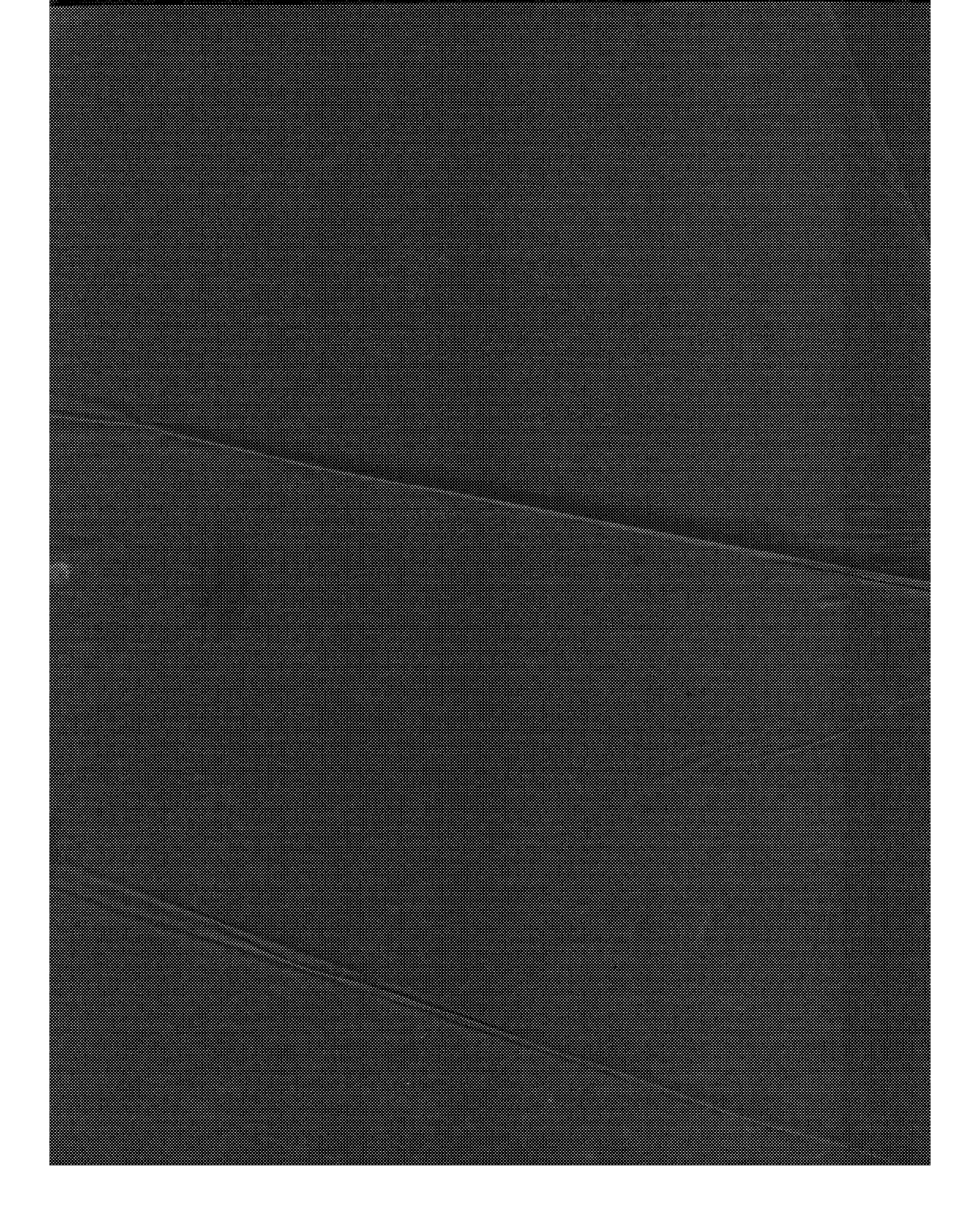
DES COMPTES RENDUS

[illegible]

DES SÉANCES

[illegible]

[illegible]



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1883.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCVI.

A

B

C

D

E

F

G

H

L

M

N

O

P

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
8441 Paris. — Quai des Augustins, 55.

